

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ-ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Εφαρμογή νέων τεχνικών στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας  
*Sparus aurata* σε Ιχθυογεννητικούς σταθμούς »**

**ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2010**

**«Εφαρμογή νέων τεχνικών στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας *Sparus aurata*  
σε Ιχθυογεννητικούς σταθμούς »**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

- 1) **Παναγιώτα Παναγιωτάκη**, Μόνιμη Επίκουρος Καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Επιβλέπουσα***,
- 2) **Σπυρίδων Κλαουδάτος**, Καθηγητής, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***,
- 3) **Χρήστος Νεοφύτου**, Καθηγητής, Ιχθυολογία - Υδροβιολογία, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, ***Μέλος***.

*Στη σύζυγό μου και τα παιδιά μου*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Είναι σημαντικό για μένα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους αυτούς τους που συνέβαλαν στην εκπόνηση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας (Μ.Δ.Ε.). Πρώτη από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, την κ. Παναγιώτα Παναγιωτάκη για την πολύτιμη και καταλυτική βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος, όσο και κατά τη συγγραφή της εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από τους Καθηγητές κ. Σπυρίδωνα Κλαουδάτο και κ. Χρήστο Νεοφύτου, για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους συνεργάτες μου στον Ιχθυογεννητικό Σταθμό (ΙΧΣ) της εταιρείας «ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ» κ. Ευαγγελία Σμπιλίρη και κ. Απόστολο Σαΐτη για τη βοήθειά τους στη διάρκεια του εκτεταμένου πειραματικού σκέλους της παρούσας εργασίας και τους προϊσταμένους μου κ. Ιωακείμ Τσουκαλά, Γενικό Διευθυντή της εταιρείας και κ. Αθανάσιο Πράπα, για τη βοήθειά τους και την κατανόησή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω το φίλο και συνοδοιπόρο στις σπουδές μας κ. Νικόλαο Παππά για τη βοήθεια με το πειραματικό υλικό από την εταιρεία που εργάζεται, όπως επίσης και τους συναδέλφους Μανόλη Μαλανδράκη και Όλγα Ντανταλή για τη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου Κατερίνα για την αμέριστη συμπαράσταση και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα

των σπουδών μου, χωρίς τη βοήθεια της οποίας θα ήταν αδύνατο να ολοκληρώσω τη φοίτησή μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) καθώς και τα παιδιά μου Νικολέτα και Γιώργο, στους οποίους και αφιερώνω την παρούσα εργασία.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εφαρμογή της τεχνικής του πράσινου νερού (green water technique) αποτέλεσε σημείο - σταθμό στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας (*Sparus aurata*) στους Ιχθυογεννητικούς Σταθμούς, βελτιώνοντας σημαντικά την επιβίωση και την ανάπτυξη των ιχθυδίων. Παράλληλα, δημιουργήθηκε η ανάγκη για τη διατήρηση και καλλιέργεια μικροφυκών. Το απαραίτητο αυτό στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας αυξάνει το κόστος παραγωγής ιχθυδίων τσιπούρας. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει τάση να απλοποιηθεί η παραγωγική διαδικασία με την κατάργηση της καλλιέργειας των πράσινων φυκιών, αντικαθιστώντας τα ζωντανά φύκια με ξηρά, επιτυγχάνοντας παράλληλα μείωση του κόστους παραγωγής. Στη λεκάνη της Μεσογείου και με τρέχουσα ετήσια παραγωγή 500.000.000 ιχθυδίων, γίνεται εύκολα αντιληπτή η ανάγκη συμπίεσης του κόστους παραγωγής με παράλληλη διατήρηση όλων των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ιχθυδίων.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια να διερευνηθεί αν η αντικατάσταση μέρους των ζωντανών φυκιών από ξηρά (SanolifeALG, INVE) σε πραγματική κλίμακα μεγάλου ιχθυογεννητικού σταθμού, θα έχει επίδραση στην επιβίωση, την ανάπτυξη και τα ποσοστά των δυσμορφιών. Ταυτόχρονα θελήσαμε να διερευνήσουμε αν η αύξηση της συχνότητας χορήγησης αρτέμια θα έχει θετική επίδραση στην ανάπτυξη και στην επιβίωση των ιχθυδίων. Ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε 4 μεταχειρίσεις με 4 δεξαμενές – επαναλήψεις. Στην πρώτη μεταχείριση πραγματοποιήθηκε αντικατάσταση των ζωντανών φυκιών σε ποσοστό 50% με 3 φορές χορήγηση αρτέμιας ημερησίως (SL 3T), στη δεύτερη αντικαταστάθηκαν τα ζωντανά φύκια σε ποσοστό 50% και αυξήθηκε η χορήγησης αρτέμια σε 5 φορές ημερησίως (SL 5T) , στην τρίτη αυξήθηκε η συχνότητα χορήγησης αρτέμιας από 3 σε 5 φορές ημερησίως, χωρίς αντικατάσταση

των ζωντανών φυκιών (M 5T) και στην τέταρτη εφαρμόστηκε η συνήθης διαδικασία του ιχθυογεννητικού σταθμού με ζωντανά φύκια και 3 χορηγήσεις αρτέμιας ημερησίως (M 3T).

Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι η αντικατάσταση των ζωντανών φυκιών με ξηρά σε ποσοστό 50%, δεν έχει καμία επίδραση στην αύξηση και στο ποσοστό των δυσμορφιών, ενώ φαίνεται να μειώνεται η επιβίωση, χωρίς ωστόσο αυτό να επαληθεύεται στατιστικά. Ταυτόχρονα, μειώθηκε το κόστος παραγωγής φυκιών κατά 8%, με δυνατότητα περαιτέρω μείωσης έως και 15%. Επιπλέον, μειώνονται οι επισφάλειες που προκύπτουν από τη μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών μέσω των φρέσκων φυκιών στην εκτροφή, ενώ διατηρείται η ποιότητα της παρεχόμενης τροφής σε σταθερά επίπεδα. Τέτοιου είδους προϊόντα δύνανται να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, όταν οι καλλιέργειες φρέσκων φυκιών αντιμετωπίζουν προβλήματα επιμολύνσεων ή καταρρεύσεων.

Η αύξηση της συχνότητας των ταΐσμάτων οδήγησε σε βελτίωση της ανάπτυξης και της επιβίωσης. Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά στην ανάπτυξη των ιχθυδίων ανάμεσα στις μεταχειρίσεις με 3 και με 5 χορηγήσεις αρτέμιας ημερησίως, ήταν στατιστικά σημαντική, τόσο στη ζωντανών φυκιών, όσο και στις μεταχειρίσεις που περιελάμβαναν 50% αντικατάσταση με ξηρά φύκια.

Σε ένα εμπορικό ιχθυογεννητικό σταθμό το ζητούμενο είναι το οικονομικό αποτέλεσμα. Αυτό επέρχεται μέσα από τη βελτίωση των ζωοτεχνικών δεικτών (υψηλό ποσοστό επιβίωσης, μικρό ποσοστό δυσμορφιών και ταχεία ανάπτυξη ιχθυδίων) και τη μείωση του ενεργειακού και του εργατικού κόστους. Για την επίτευξη αυτού του στόχου γίνεται επιτακτική η ανάγκη για συνεχή αναζήτηση νέων τεχνολογιών και καινοτόμων προϊόντων. Το SanolifeALG και γενικά τα ξηρά φύκια είναι προϊόντα που



έχουν στόχο να μειώσουν τελικά το κόστος και τις επισφάλειες στην παραγωγική διαδικασία των ιχθυδίων. Ταυτόχρονα, απαραίτητη θεωρείται περαιτέρω έρευνα, αναφορικά με τα πρωτόκολλα εργασίας, σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες και τα νέα προϊόντα που διατίθενται στην παγκόσμια αγορά των υδατοκαλλιεργειών.

**Λέξεις κλειδιά:** *Sparus aurata*, τεχνική πράσινου νερού, ξηρά φύκια, φύκια, νύμφες.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>15</b>
1.1 Γενικά .....	15
1.2 Κυριότερα καλλιεργούμενα είδη μικροφυκών .....	17
1.3 Τεχνικές καλλιέργειας μικροφυκών .....	20
1.4 Συχνότητα ταΐσμάτων και διαθεσιμότητα τροφής .....	22
1.5 Σκοπός του πειράματος .....	24
<b>2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>25</b>
2.1 Περιοχή μελέτης .....	25
2.2 Πειραματικό υλικό .....	26
2.2.1 Καλλιέργεια φυτοπλαγκτού στον ΙΧΣ .....	26
2.2.2.SanolifeALG.....	28
2.3 Πειραματικός σχεδιασμός και χειρισμοί .....	33
2.4 Δειγματοληψίες .....	37
2.5 Εκτίμηση της ανάπτυξης .....	37
2.6 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης.....	38
2.7 Έλεγχος δυσμορφιών.....	38
2.8 Στατιστική ανάλυση .....	40

<b>3.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>41</b>
3.1 Ανάπτυξη.....	41
3.2 Επιβίωση.....	51
3.3 Δυσμορφίες.....	52
3.4 Οικονομικό αποτέλεσμα.....	53
<b>4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>54</b>
4.1 Ανάπτυξη.....	55
4.2 Επιβίωση.....	56
4.3 Οικονομικό αποτέλεσμα.....	57
4.4 Συμπεράσματα.....	58
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>60</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>67</b>

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κυριότερες κλάσεις και γένη μικροφυκών που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες.....	18
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά του τμήματος φυκιών του ΙΧΣ.....	26
Πίνακας 3: Κόστος παραγωγικής διαδικασίας του ΙΧΣ της εταιρείας ΔΙΑΣ.....	29
Πίνακας 4: Κόστος παραγωγικής διαδικασίας της εταιρείας INVE. ....	29
Πίνακας 5: Διαδικασία εκκόλαψης αυγών και εκτροφής νυμφών τσιπούρας του ΙΧΣ. .....	36
Πίνακας 6: Παλινδρόμηση ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία, για όλες τις πειραματικές ομάδες.....	44
Πίνακας 7: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις M3 T και SL 3T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.....	46
Πίνακας 8: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις M 5T και SL 5T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.....	46
Πίνακας 9: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις M 3T και M 5T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.....	47
Πίνακας 10: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις SL 5T και SL 3T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.....	47
Πίνακας 11: Περιληπτικά στατιστικά για όλες τις πειραματικές ομάδες.....	48

Πίνακας 12: Ποσοστά δυσμορφιών (%) για όλες τις πειραματικές ομάδες..... 52

Πίνακας 13: Εκτίμηση κόστους παραγωγής μεταξύ της τεχνικής με φρέσκα φύκια και της αντίστοιχης με 50% αντικατάσταση από ξηρά φύκια..... 53

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις SL 5T.....	41
Σχήμα 2: Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις SL 3T.....	42
Σχήμα 3: Παλινδρόμηση του ολικού μήκους -ηλικίας για τις μεταχειρίσεις SL 5T.....	43
Σχήμα 4: Παλινδρόμηση ολικού μήκους - ηλικίας για τις μεταχειρίσεις SL 3T και M 3T.....	43
Σχήμα 5: Παλινδρόμηση ολικού μήκους - ηλικίας για τις μεταχειρίσεις SL 3T και SL 5T.....	49
Σχήμα 6: Παλινδρόμηση ολικού μήκους - ηλικίας για τις μεταχειρίσεις M 3T και M 5T.....	49
Σχήμα 7: Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις SL 3T και SL 5T (μέσοι όροι $\pm$ τυπική απόκλιση). ....	50
Σχήμα 8: Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις M 3T και M 5T (μέσοι όροι $\pm$ τυπική απόκλιση). ....	50
Σχήμα 9: Ποσοστά επιβίωσης για όλες τις μεταχειρίσεις. ....	51

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Μικροφύκη. (Πηγή: <a href="http://www.biofarmshawaii.com">www.biofarmshawaii.com</a> ).....	16
Εικόνα 2: Εξωτερική άποψη ιχθυογεννητικού σταθμού ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ABEE.....	25
Εικόνα 3: Καλλιέργεια φυκιών σε όγκους 500 l. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα).....	27
Εικόνα 4: Ετικέτα προϊόντος, της εταιρείας INVE, με εμπορική ονομασία SanolifeALG. ....	31
Εικόνα 5: Απεικόνιση προϊόντος μετά την ανάδευση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα).....	32
Εικόνα 6: Πειραματικές δεξαμενές όγκου 10 m <sup>3</sup> . (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα).....	34
Εικόνα 7: Έλεγχος δυσμορφιών. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα). ....	39

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Η εκτροφή των νυμφών τσιπούρας (*Sparus aurata*), ενός είδους υψηλού οικονομικού ενδιαφέροντος στην λεκάνη της Μεσογείου, παρουσιάζει μια μεγάλη ποικιλία μεθόδων, από τα εντατικά έως τα υπερεντατικά συστήματα, με ή χωρίς την παρουσία φυτοπλαγκτού. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει πολλές βελτιώσεις στην ποιότητα της ζωντανής τροφής, αλλά και των μεθόδων εκτροφής με τις πιο επιτυχημένες από αυτές να απαιτούν την χρήση φυτοπλαγκτού (τεχνική πράσινου νερού – green water technique), (Morreti *et al.*, 1999; Muller-Feuga, *et al.*, 2003a; Muller-Feuga *et al.*, 2003b; Κλαδάς, 2006; Κλαουδάτος, 2008).

Τα μικροφύκη (Εικ. 1) αποτελούν τον πρώτο κρίκο στην ωκεάνια τροφική αλυσίδα, είναι δηλαδή οι πρωταρχικοί παραγωγοί, λόγω της δυνατότητά τους να συνθέτουν τα οργανικά μόρια χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια (Παπουτσόγλου, 2008). Στην υδατοκαλλιέργεια, τα μικροφύκη καλλιεργούνται ως τροφή για τα διάφορα νυμφικά στάδια ηθμοτροφικών οργανισμών όπως τα δίθυρα μαλάκια (μύδια, στρείδια και χτένια), τα λαρβικά στάδια θαλασσίων γαστερόποδων (π.χ. *abalone*) και τα αρχικά στάδια των προνυμφών γαρίδων (Yufra and Lubian 1990). Χρησιμοποιούνται επίσης ως τροφή για την παραγωγή ζωοπλαγκτόν (π.χ., τροχόζωα, *Brachionus plicatilis* και *artemia*), που στη συνέχεια διατίθενται ως ζωντανή τροφή για τις προνύμφες πολλών σαρκοφάγων θαλασσινών ψαριών και ειδών γαρίδας που εκτρέφονται εντατικά παγκοσμίως σήμερα. Τέλος, η εντατική εκτροφή των δίθυρων μαλακίων στηρίζεται μέχρι τώρα στην παραγωγή ζωντανών μικροφυκών, και η παραγωγή τους σ' ένα τέτοιο εκκολαπτήριο απορροφά κατά μέσον όρο το 30% των λειτουργικών δαπανών.



(Conceição *et al.*, 2010). Για την εκτροφή των προνυμφών θαλασσινών ψαριών σύμφωνα με την τεχνική του πράσινου νερού (*green water technique*) τα παραγόμενα μικροφύκη χρησιμοποιούνται κατευθείαν στις δεξαμενές.



**Εικόνα 1:** Μικροφύκη. (Πηγή: [www.biofarmshawaii.com](http://www.biofarmshawaii.com))

Η τεχνική του πράσινου νερού είναι σήμερα μια συνήθης διαδικασία στην εκτροφή πολλών ειδών θαλασσινών ψαριών. Δεδομένου της ευρείας διάδοσής της παρουσιάζει μεγάλη διαφοροποίηση της χρήσης της (Fushimi, 2001: Lee and Ostrowski, 2001: Liao *et al.*, 2001: Shields, 2001). Στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας για την δημιουργία του πράσινου νερού χρησιμοποιούνται μονοκύτταρα φύκη (Papandroulakis *et al.*, 2002). Η τεχνική αυτή έχει αναφερθεί ότι βελτιώνει την αύξηση των νυμφών, την επιβίωση και την κατάποση των τροφών (Øie *et al.*, 1997: Reitan, *et al.*, 1997). Η παρατηρηθείσα βελτίωση στην ποιότητα των ιχθυδίων με τη χρήση μικροφυκών στο νερό της εκτροφής έχει εξηγηθεί από διάφορες μελέτες, οι οποίες έδειξαν ότι τα

μικροφύκη παρέχουν τις θρεπτικές ουσίες άμεσα στις προνύμφες (Moffatt, 1981), συμβάλλουν στη συντήρηση της ποιότητας και της θρεπτικής αξίας της ζωντανής τροφής (Makridis and Olsen 1999), μεταβάλουν την οπτική αντίθεση του μέσου (με αποτέλεσμα την πιο εύκολη σύλληψη του ζωντανού θηράματος από τις νύμφες) και τη χημική σύνθεσή του (Naas *et al.*, 1992: Naas *et al.*, 1996). Επιπλέον διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της μικροβιακής χλωρίδας τόσο της δεξαμενής όσο και του εντέρου των νυμφών (Nicolas *et al.*, 1989: Reitan *et al.*, 1997: Skjermo and Vadstein, 1999: Olsen, *et al.*, 2000), έχοντας πιθανά και έναν προβιοτικό ρόλο (Naviner *et al.*, 1999). Πιο πρόσφατα, οι Rocha *et al.*, (2008) έδειξαν ότι οι η δυνατότητα των νυμφών να τραφούν επηρεάζεται επίσης από την παρουσία μικροφυκών στη δεξαμενή. Εντούτοις, αυτή η επίδραση δεν είναι η ίδια μεταξύ των ειδών και έχει αποδειχθεί ότι ισχύει περισσότερο για την εκτροφή της τσιπούρας απ ότι στην εκτροφή της γλώσσας (Rocha *et al.*, 2008).

## 1.2 Κυριότερα καλλιεργούμενα είδη μικροφυκών

Περισσότερα από 40 διαφορετικά είδη μικροφυκών που απομονώθηκαν σε διάφορα μέρη του κόσμου, καλλιεργούνται σήμερα ως καθαρά στελέχη στα εντατικά συστήματα εκτροφής. Τα πρώτα είδη που καλλιεργήθηκαν για την υδατοκαλλιέργεια επιλέχτηκαν με βασικό κριτήριο την ευκολία τους να καλλιεργηθούν σε εντατικές συνθήκες (Muller-Fuega, *et al.*, 2004).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι κυριότερες κλάσεις και τα γένη μικροφυκών που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες (De Pauw and Persoone, 1988).

**Πίνακας 1:** Κυριότερες κλάσεις και γένη μικροφυκών που χρησιμοποιούνται στις υδατοκαλλιέργειες.

ΚΛΑΣΗ	ΓΕΝΟΣ	ΠΕΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ
<i>Bacillariophyceae</i>	<i>Skeletonema</i>	PL,BL,BP
	<i>Thalassiosira</i>	PL,BL,BP
	<i>Phaeodactylum</i>	PL,BL,BP,ML,BS
	<i>Chaetoceros</i>	PL,BL,BP,BS
	<i>Cylindrotheca</i>	PL
	<i>Bellerocha</i>	BP
	<i>Actinocyclus</i>	BP
	<i>Nitzschia</i>	BS
	<i>Cyclotella</i>	BS
<i>Haptophyceae</i>	<i>Isochrysis</i>	PL,BL,BP,ML,BS
	<i>Pseudoisochrysis</i>	BL,BP,ML
	<i>Dicrateria</i>	BP
<i>Chrysophyceae</i>	<i>Monochrysis (Pavlova)</i>	BL,BP,BS,MR
<i>Prasinophyceae</i>	<i>Tetraselmis (Platymonas)</i>	PL,BL,BP,AL,BS,MR
	<i>Pyramimonas</i>	BL,BP
	<i>Micromonas</i>	BP
	<i>Chroomonas</i>	BP
	<i>Cryptomonas</i>	BP
	<i>Rhodomonas</i>	BL,BP
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Chlamydomonas</i>	BL,BP,FZ,MR,BS
	<i>Chlorococcum</i>	BP
<i>Xanthophyceae</i>	<i>Olisthodiscus</i>	BP
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Carteria</i>	BP
	<i>Dunaliella</i>	BP,BS,MR
<i>Cyanophyceae</i>	<i>Spirulina</i>	PL,BP,BS,MR
PL: νύμφες γαρίδας	ML: νύμφες διθύρων	BL: νύμφες ιχθύων γλυκών νεράν
BP: μεταλάρβες	AL: νύμφες αμπαλώνας	MR: θαλάσσια τροχόζωα, ( <i>Brachionus</i> )
BS: αρτέμια	SC: θαλάσσια κωπήποδα	FZ: ζωοπλαγκτό γλυκών νεράν

Με την εξέλιξη των υδατοκαλλιεργειών, ερευνήθηκε η δυνατότητα της καλλιέργειας και άλλων ειδών με βάση τα βιολογικά τους χαρακτηριστικά και την απόδοσή τους σε εργαστηριακές καλλιέργειες, καθώς επίσης και τις θρεπτικές ιδιότητές τους και την ενεργειακή τους αξία. Μεταξύ των σημαντικότερων κριτηρίων επιλογής για τα καλλιεργούμενα μικροφύκη, είναι τα εξής :

1. μέγεθος κυττάρου κατάλληλο για τις απαιτήσεις των οργανισμών που τα καταναλώνουν
2. επαρκής θρεπτική αξία
3. υψηλή πεπτικότητα
4. εύκολο να καλλιεργηθούν σε υψηλές πυκνότητες
5. σύντομος κύκλος ζωής, σε ελεγχόμενες συνθήκες και
6. ανοχή στις περιβαλλοντικές αλλαγές.

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, περισσότερα από 16 γένη και 40 διαφορετικά είδη μικροφυκών, που απομονώθηκαν σε διάφορα μέρη του κόσμου, καλλιεργούνται σήμερα ως καθαρά στελέχη στα εντατικά συστήματα εκτροφής (Sorgeloos and Lavens, 1998). Η κλάση *Baccilariophyceae* (διάτομα) δίνεται συνήθως στα δίλοβα μαλάκια και τις προνύμφες καρκινοειδών δεδομένου ότι είναι πλούσια σε πυριτικά άλατα, τα οποία είναι απαραίτητα για το σχηματισμό των άκαμπτων δομών των παραπάνω ειδών. Οι κλάσεις *Prasinophyceae* (π.χ., *Tetraselmis suecica*, *Tetraselmis Chuii*) και *Chlorophyceae* (π.χ., *Dunaliella tertioleta*, *Chrorella minutissima*) είναι ιδανική τροφή για τις προνύμφες καρκινοειδών, όταν συμπληρώνονται από την κλάση *Baccilariophyceae* για την επαρκή πρόσληψη πυριτικών αλάτων. Η κλάση

*Prymnesiophyceae* (π.χ., *Isochrysis galbana*) χρησιμοποιείται ευρέως στην εκτροφή θαλασσινών ψαριών (Brown, 1991), ενώ η κλάση *Thraustochytriidae* (π.χ. *Schizochtrium* sp.), συνήθως χρησιμοποιείται στη διατροφή ειδών που καλλιεργούνται για ζωντανή τροφή (*Brachionus* sp. και *Artemia* sp.).

### 1.3 Τεχνικές καλλιέργειας μικροφυκών

Τα μικροφύκη μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας μια ευρεία ποικιλία μεθόδων, που κυμαίνονται από τις απόλυτα ελεγχόμενες εργαστηριακές μεθόδους ως τις λιγότερο προβλέψιμες μεθόδους σε υπαίθριες δεξαμενές. Οι μέθοδοι και οι τεχνικές καλλιέργειας μπορούν να ομαδοποιηθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- a) **Εσωτερικός/Υπαίθριος.** Οι εσωτερικές καλλιέργειες επιτρέπουν τον έλεγχο του φωτισμού, της θερμοκρασίας, του επιπέδου των θρεπτικών, της μόλυνσης με παράσιτα ή ανταγωνιστικά μικροφύκη, ενώ στα υπαίθρια συστήματα είναι πολύ δύσκολο να διατηρηθεί ένας ικανοποιητικός αυξητικός ρυθμός για μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση της καλλιέργειας.
- b) **Ανοικτά/κλειστά συστήματα.** Οι ανοικτές καλλιέργειες όπως σε λιμνοδεξαμενές (ponds) ή οι ακάλυπτες δεξαμενές (εσωτερικές οι υπαίθριες) είναι ευκολότερο να μολυνθούν σε σχέση με τα κλειστά δοχεία καλλιέργειας όπως οι διάφανοι σωλήνες (πολυβινυλοχλωρίδιο, PVC, ή πολυαιθυλαίνιο, PE), οι φιάλες διαφόρων σχημάτων και όγκου (κυρίως πυρίμαχες ή από ανθρακονήματα), οι σακούλες πολυαιθυλενίου, κ.λπ.

c) **Αξενικές καλλιέργειες.** Στείρες καλλιέργειες χωρίς οποιουσδήποτε ξένους οργανισμούς όπως τα βακτηρίδια, απαιτούν την προσεκτική αποστείρωση όλων των μέσων καλλιέργειας (σκευών αλλά και υλικών) για να αποφευχθεί οποιαδήποτε μόλυνση. Αυτό τις καθιστά μη πρακτικές για μεγάλης κλίμακας καλλιέργειες.

d) **Συνεχής, ημισυνεχής και καλλιέργεια σε επάλληλους κύκλους (batch):**

1) Η **συνεχής** καλλιέργεια χαρακτηρίζεται από μια μόνιμη παροχή νερού και θρεπτικών αλάτων με ταυτόχρονη συγκομιδή των φυκιών για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως περισσότερο από μήνα. Διακρίνονται σε αυτές που διατηρείται σταθερός ο ρυθμός αύξησης των κυττάρων και σε αυτές που διατηρείται σταθερή η συγκέντρωση .

2) Στην **ημισυνεχή** καλλιέργεια η συγκομιδή των φυκιών γίνεται περιοδικά, στη συνέχεια η δεξαμενή ξαναγεμίζεται, προστίθενται τα θρεπτικά και η συγκέντρωση συνεχίζει να αυξάνει μέχρι την επόμενη συγκομιδή. Οι καλλιέργειες αυτές είναι εύκολο να επιμολυνθούν και η διάρκειά τους είναι απρόβλεπτη.

3) Η **καλλιέργεια σε επάλληλους κύκλους** ξεκινάει με τον εμβολιασμό ενός αριθμού κυττάρων σε ένα συγκεκριμένο όγκο νερού, την προσθήκη θρεπτικών αλάτων και την αναμονή μερικών ημερών μέχρι την τελική συγκομιδή της καλλιέργειας. Ενδέχεται να χρησιμοποιηθεί άμεσα για κατανάλωση ή για εμβολιασμό μεγαλύτερου όγκου.

Στην εντατική εκτροφή της τσιπούρας, η καλλιέργεια των μικροφυκών γίνεται κυρίως με την μέθοδο της καλλιέργειας σε επάλληλους κύκλους. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό την συνεχή τροφοδοσία των νυμφών με φυτοπλαγκτόν, σε σχέση με τις άλλες μεθόδους. Είναι λιγότερο ευάλωτη σε επιμολύνσεις, και το γεγονός ότι κάθε κύκλος αποτελείται από διαφορετικές ανεξάρτητες μεταξύ τους καλλιέργειες μας προστατεύει από μια ολική κατάρρευση του συστήματος. Παρ' όλα αυτά, οι καταρρεύσεις στις καλλιέργειες του φυτοπλαγκτού είναι σύνηθες φαινόμενο. Επίσης αποτελεί μια σημαντική επιβάρυνση του κόστους παραγωγής του γόνου τσιπούρας.

#### **1.4 Συχνότητα ταϊσμάτων και διαθεσιμότητα τροφής**

Η στρατηγική στη χορήγηση τροφής που ακολουθείται στην εκτροφή των ψαριών είναι πολύ κρίσιμος παράγοντας για την γρήγορη ανάπτυξή τους, πολύ δε περισσότερο στα νυμφικά στάδια όπου η διστροφή έχει επίδραση όχι μόνο στην ανάπτυξη, αλλά και στην επιβίωση (Slembrouck *et al.*, 2009, Morreti, pers. com.). Η στρατηγική χορήγησης τροφής μπορεί επίσης να επηρεάσει την κατανάλωση της τροφής από τις νύμφες (Garcia-Ortega *et al.*, 2008) και η συχνότητα της χορήγησης τροφής όπως και το είδος της τροφής μπορούν να επηρεάσουν την πεπτικότητα της τροφής και το ρυθμό κένωσης του πεπτικού σωλήνα (Garcia-Ortega *et al.*, 2008). Οι Dwyer *et al.* (2002) αναφέρουν ότι η ιδανική στρατηγική ταΐσματος ενισχύει το ρυθμό αύξησης, την επιβίωση και την αποτελεσματικότητα της τροφής και ελαχιστοποιεί την τροφή που δεν καταναλώνουν τα ιχθύδια, βελτιώνει την ποιότητα του νερού της εκτροφής και μειώνει τη διασπορά των μεγεθών στον πληθυσμό. Αντίθετα κακό ή σποραδικό τάισμα μπορεί να αυξήσει

την πείνα, την επιθετικότητα των ιχθυδίων και το ποσοστό του κανιβαλισμού στον πληθυσμό (Folkvord and Ottera, 1993) και όλα αυτά τα προβλήματα τελικά μειώνουν την παραγωγικότητα και αυξάνουν το εργατικό κόστος της παραγωγής. Ωστόσο, στη διεθνή βιβλιογραφία απουσιάζουν αποτελέσματα σχετικά με τη συχνότητα χορήγησης τροφής στα νυμφικά και μετανυμφικά στάδια εντατικά εκτρεφόμενων ιχθύων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην ερευνητική προσπάθεια διερεύνησης της συχνότητας χορήγησης τροφής σε συνδυασμό με την αυτοματοποιημένη παροχή τροφής η οποία κυρίως απασχολεί την εκτροφή για τα μεγαλύτερα μεγέθη ψαριών (Brannas and Alanara, 1992: Rubio *et al.*, 2004: Velasquez *et al.*, 2006). Η ερευνητική προσπάθεια στη διατροφή των νυμφών έχει επικεντρωθεί στη συγκέντρωση θηραμάτων ανά ml εφ' όσον έτσι εκτιμάται και τεκμηριώνεται η επάρκεια διαθέσιμης τροφής (Parra and Yufera, 2000). Παρόλα αυτά, εξακολουθεί να προβληματίζει το γεγονός των ατομικών ρυθμών διατροφής των νυμφών (Tucker *et al.*, 2006), κάτι που αποτελεί καίριο θέμα στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια καθόσον συνδέεται άμεσα με την επιβίωση (Morreti pers. com).



### 1.5 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός του πειράματος ήταν να διερευνηθεί η αντικατάσταση ποσοστού 50% των ζωντανών φυκιών που καλλιεργούνται στους ιχθυογεννητικούς για χρήση στην τεχνική του πράσινου νερού στην καλλιέργεια της τσιπούρας, από ξηρά φύκια τα οποία αποτελούν εμπορικό προϊόν. Συγκεκριμένα, ελέγχθηκε η επίδραση της αντικατάστασης σε συνδυασμό με την συχνότητα χορήγησης τροφής, στην αύξηση των ιχθυδίων, στην επιβίωσή τους και στα ποσοστά δυσμορφιών σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής ενός ιχθυογεννητικού σταθμού μεγάλης δυναμικότητας ο οποίος ακολουθεί και υιοθετεί διαρκώς νέες τεχνικές και θεωρείται καινοτόμος ως προς την τρέχουσα τεχνογνωσία.

## 2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Περιοχή μελέτης

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του ιχθυογεννητικού σταθμού της εταιρείας «ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ» (Εικ. 2), στο Αχλάδι Φθιώτιδας, κατά τη διάρκεια της παραγωγικής περιόδου 2008-09 χωρίς να επηρεαστεί ο προγραμματισμός της.



**Εικόνα 2:** Εξωτερική άποψη ιχθυογεννητικού σταθμού ΔΙΑΣ ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΑΒΕΕ.  
(Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα).

## 2.2 Πειραματικό υλικό

### 2.2.1 Καλλιέργεια φυτοπλαγκτού στον ΙΧΣ

Στον Πίνακα 2 παρατίθενται στοιχεία που αφορούν την καλλιέργεια φυκιών στον ΙΧΣ.

**Πίνακας 2:** Χαρακτηριστικά του τμήματος φυκιών του ΙΧΣ.

Προέλευση νερού	Γεώτρηση 28ppt με επεξεργασία μηχανικών φίλτρων σε σειρά 5 $\mu\text{m}$ -1 $\mu\text{m}$ -0,45 $\mu\text{m}$ και UV 100mJ/cm <sup>2</sup>
Αλατότητα (S)	29 - 30 ‰
Θερμοκρασία (T)	24 °C
Διαθέσιμοι όγκοι	96 Σακούλες x 500 l 40 Σακούλες x 60 l
Αερισμός	NAI
Προσθήκη CO <sub>2</sub>	NAI
Είδη που καλλιεργούνται	<i>Chlorella</i> , <i>Isochrysis</i>

Στον ΙΧΣ, οι μητρικές καλλιέργειες διατηρούνται σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας (18 °C) σε μικρούς όγκους 50 ml , χωρίς αερισμό όπου παραμένουν εκεί μέχρι να αυξηθεί η συγκέντρωσή τους. Όταν φτάσουν στην κατάλληλη συγκέντρωση

εμβολιάζονται σε δυο καινούργιους όγκους, έναν 50 ml που επιστρέφει στον θάλαμο και ένα 300 ml, που μένει εκτός θαλάμου χωρίς αερισμό αρχικά. Όταν η συγκέντρωση αυξηθεί προστίθεται ελαφρύς αερισμός. Μετά από 6 ημέρες, με τα 300 ml εμβολιάζουμε 5 όγκους των 500 ml. Όταν αυτές οι καλλιέργειες ωριμάσουν μετά από 6 ημέρες, η κάθε μια απ αυτές εμβολιάζεται σε έναν όγκο 10 l. Κατά περίπτωση μπορεί να εμβολιαστεί ταυτόχρονα και ένας όγκος 500 ml και να ξεκινήσει από εκεί ο επόμενος κύκλος. Μετά από 6 ημέρες από το κάθε δοχείο των 10 l εμβολιάζονται 1-2 σακούλες των 60 l και συνολικά δημιουργούνται 6 τέτοιες καλλιέργειες. Σε διάστημα 7 ημερών αυτές οι καλλιέργειες εμβολιάζονται σε 8 σακούλες 500 l (Εικ. 3) οι οποίες σε 7- 9 ημέρες θα είναι αρκετά ώριμες για να χρησιμοποιηθούν στις νυμφικές δεξαμενές για την τεχνική του πράσινου νερού.

Σε όλες τις καλλιέργειες με όγκο μεγαλύτερο από 500 ml προστίθεται ισχυρός αερισμός με αέρα εμπλουτισμένο με  $\text{CO}_2$ . Η ποσότητα του  $\text{CO}_2$  ρυθμίζεται με βάση τις καθημερινές μετρήσεις του pH και είναι διαφορετική για κάθε ομάδα καλλιέργειας. Κάθε φορά που ξεκινά μια καλλιέργεια προστίθενται και τα ανάλογα θρεπτικά άλατα. Συγκεκριμένα χρησιμοποιείται το F/2 medium σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Smith et al. (1993a).



**Εικόνα 3:** Καλλιέργεια φυκιών σε όγκους 500 l. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα)

### 2.1.1.1 Κόστος παραγωγής φυκιών στον ΙΧΣ

Η παραγωγή ζωντανών φυκιών στον ΙΧΣ αντιπροσωπεύει, όπως ήδη έχει αναφερθεί, ένα σημαντικό μέρος του κόστους της παραγωγικής διαδικασίας. Οι Lavens and Sorgeloos (1996) αναφέρουν ότι αυτό είναι δυνατόν να ανέλθει στο 30% του συνολικού κόστους. Η εταιρεία που παράγει τα ξηρά φύκια (INVE SA) έχει υπολογίσει το μέσο κόστος των παραγόμενων φυκιών σε εκκολαπτήριο σε 162 €/m<sup>3</sup> και το κόστος ξηρού βάρους 1620 € ,θεωρώντας ότι 1 m<sup>3</sup> φρέσκα φύκια έχει 100 g ξηρό βάρος (DW). Από τα στοιχεία που τηρούνται στον ΙΧΣ που έγινε το πείραμα το κόστος υπολογίστηκε σε 93 €/m<sup>3</sup> και 930 €/kg DW σύμφωνα με τον τρόπο υπολογισμού του ξηρού βάρους από την INVE SA. Το ξηρό βάρος ενός κυττάρου *Chlorella minutissima* εκτιμάται στα 10 pg (Amos, 2004). Στον ΙΧΣ του πειράματος η μέση συγκέντρωση των φρέσκων φυκιών είναι 20x10<sup>6</sup> cells/ml και ως εκ τούτου το ξηρό βάρος ανά παραγόμενο m<sup>3</sup>, υπολογίζεται σε 200 g (20x10<sup>6</sup> cells/ml x 10<sup>6</sup> ml x 10<sup>-12</sup> g). Σύμφωνα με αυτό το κόστος ανά kg ξηρού βάρους (DW) των παραγόμενων στον ΙΧΣ φυκιών είναι 465 €.

Στους Πίνακες 3 και 4 παρουσιάζονται τα κόστη που προκύπτουν κατά την παραγωγική διαδικασία στον ΙΧΣ της εταιρείας ΔΙΑΣ, καθώς και αυτά της εταιρείας INVE SA.

### 2.2.2.SanolifeALG

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν ξηρά φύκια της εταιρείας INVE με την εμπορική ονομασία SanolifeALG. (Εικ. 4). Πρόκειται για μια πράσινη λεπτή πούδρα, που ρυθμίζει τις ποιοτικές παραμέτρους του νερού της εκτροφής και

ελαχιστοποιεί τη χρήση ζωντανών φυκιών. Σύμφωνα με την εταιρεία που το παράγει, το προϊόν :

**Πίνακας 3:** Κόστος παραγωγικής διαδικασίας του ΙΧΣ της εταιρείας ΔΙΑΣ.

	<b>ΙΧΣ της εταιρείας ΔΙΑΣ</b>
<b>Αποσβέσεις</b>	18 €/m <sup>3</sup>
<b>Συντηρήσεις</b>	8 €/m <sup>3</sup>
<b>Ενέργεια</b>	25 €/m <sup>3</sup>
<b>Αναλώσιμα</b>	13 €/m <sup>3</sup>
<b>Εργατικά</b>	29 €/m <sup>3</sup>

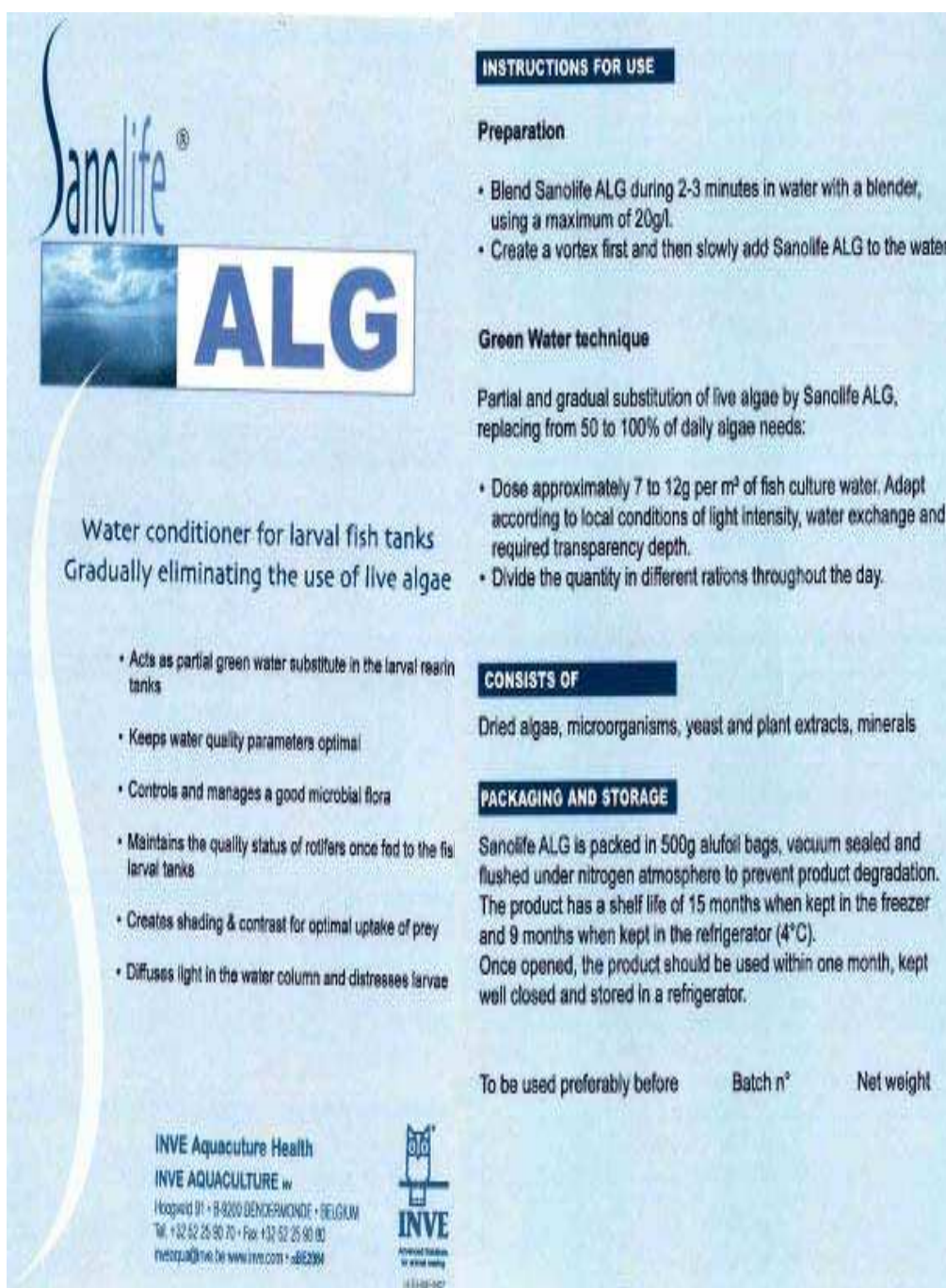
**Πίνακας 4:** Κόστος παραγωγικής διαδικασίας της εταιρείας INVE.

	<b>INVE</b>
<b>Αποσβέσεις</b>	60 €/m <sup>3</sup>
<b>Συντηρήσεις</b>	19 €/m <sup>3</sup>
<b>Ενέργεια</b>	33 €/m <sup>3</sup>
<b>Αναλώσιμα</b>	15 €/m <sup>3</sup>
<b>Εργατικά</b>	35 €/m <sup>3</sup>

- ✓ Αντικαθιστά μερικώς τα ζωντανά φύκια.
- ✓ Κρατά τις ποιοτικές παραμέτρους του νερού στα ιδανικά επίπεδα.
- ✓ Ελέγχει και ρυθμίζει την καλή μικροβιακή χλωρίδα της δεξαμενής εκτροφής.
- ✓ Διατηρεί την αρχική θρεπτική αξία των τροχοζώων έως ότου καταναλωθούν από τις νύμφες.
- ✓ Ενισχύει τη διάχυση του φωτός στη στήλη του νερού και προστατεύει τις νύμφες από την καταπόνηση (stress).
- ✓ Δημιουργεί την ιδανική αντίθεση στο νερό για την εύκολη σύλληψη της τροφής από τις νύμφες.

#### 2.2.2.1 Προετοιμασία του προϊόντος

Πριν τη χρήση του στις δεξαμενές των νυμφών, το SanolifeALG διαλύεται σε νερό με τη χρήση βιομηχανικού αναδευτήρα (*blender*), για 3-5 min και σε αναλογία 20 g προϊόντος σε 1 l νερό, ώσπου τα κύτταρα να διαχωριστούν πλήρως. Για καλύτερα αποτελέσματα στο διαχωρισμό των κυττάρων η εταιρεία συνιστά μετά την πρώτη ανάδευση να παραμένει στο ψυγείο για 5-6 h. Στη συνέχεια αναδεύεται ξανά για 1-2 min πριν τη διανομή του στις νυμφικές δεξαμενές.



**Sanolife®**

**ALG**

**Water conditioner for larval fish tanks**  
Gradually eliminating the use of live algae

- Acts as partial green water substitute in the larval rearing tanks
- Keeps water quality parameters optimal
- Controls and manages a good microbial flora
- Maintains the quality status of rotifers once fed to the fish larval tanks
- Creates shading & contrast for optimal uptake of prey
- Diffuses light in the water column and distresses larvae

**INSTRUCTIONS FOR USE**

**Preparation**

- Blend Sanolife ALG during 2-3 minutes in water with a blender, using a maximum of 20g/l.
- Create a vortex first and then slowly add Sanolife ALG to the water.

**Green Water technique**

Partial and gradual substitution of live algae by Sanolife ALG, replacing from 50 to 100% of daily algae needs:

- Dose approximately 7 to 12g per m<sup>3</sup> of fish culture water. Adapt according to local conditions of light intensity, water exchange and required transparency depth.
- Divide the quantity in different rations throughout the day.

**CONSISTS OF**

Dried algae, microorganisms, yeast and plant extracts, minerals

**PACKAGING AND STORAGE**

Sanolife ALG is packed in 500g alufoil bags, vacuum sealed and flushed under nitrogen atmosphere to prevent product degradation. The product has a shelf life of 15 months when kept in the freezer and 9 months when kept in the refrigerator (4°C). Once opened, the product should be used within one month, kept well closed and stored in a refrigerator.

To be used preferably before      Batch n°      Net weight

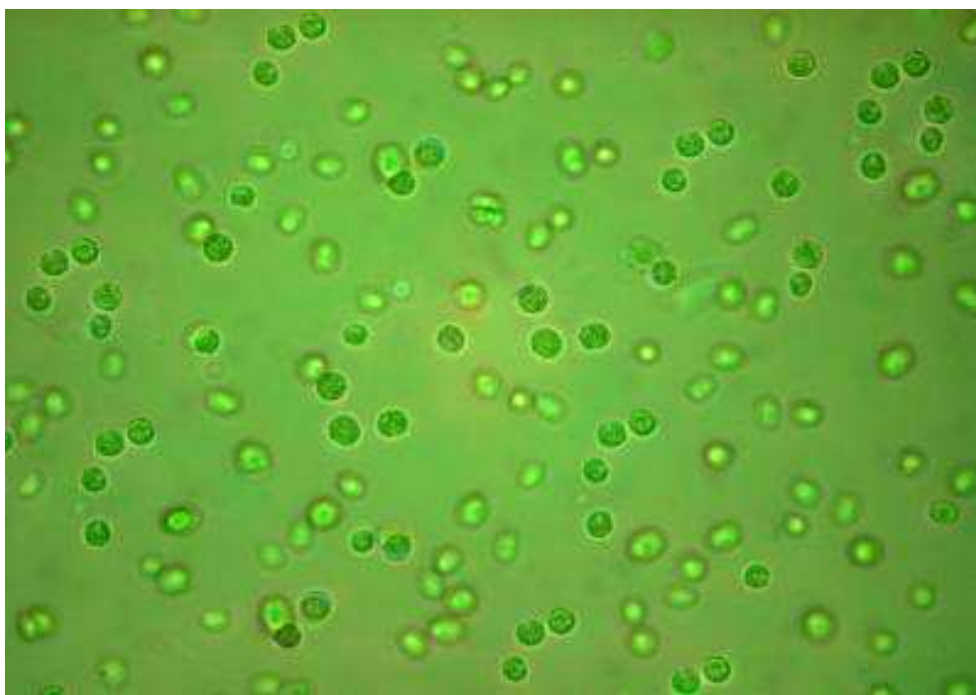
**INVE Aquaculture Health**  
**INVE AQUACULTURE** nv  
Hoopveld 11 • B-8200 DENDEKONDE • BELGIUM  
Tel. +32 52 25 90 70 • Fax +32 52 25 90 80  
invesqua@inve.be www.inve.com • 0800 2094

**INVE**  
Advanced Solutions  
for animal health  
(03) 485 1407

**Εικόνα 4:** Ετικέτα προϊόντος, της εταιρείας INVE, με εμπορική ονομασία SanolifeALG.



Στην Εικόνα 5 απεικονίζεται το προϊόν μετά την ανάδευση.



**Εικόνα 5:** Απεικόνιση προϊόντος μετά την ανάδευση (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα).

#### 2.2.2.2 Κατανάλωση προϊόντος

Σύμφωνα με την εταιρεία παραγωγής απαιτούνται 5-10 g SanolifeALG για κάθε  $\text{m}^3$  νερού εκτροφής την ημέρα για μερική αντικατάσταση των φρέσκων φυκιών. Η ακριβής ποσότητα εξαρτάται από τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε ΙΧΣ, από την ανανέωση του νερού, την καθαρότητα του νερού, από το είδος, την ποσότητα και την συγκέντρωση των ζωντανών φυκιών που χρησιμοποιούνται αλλά κυρίως από το ποσοστό αντικατάστασης των φρέσκων φυκιών. Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήσαμε 5 g SanolifeALG ανά  $\text{m}^3$  νερού εκτροφής για αντικατάσταση 50% των φρέσκων φυκιών. Έτσι για κάθε δεξαμενή χρησιμοποιήθηκαν 1.250 g ( $5 \text{ g} \times 10 \text{ m}^3 \times 25 \text{ ημέρες}$ ) και συνολικά 10 kg SanolifeALG. Το κόστος αγοράς του προϊόντος είναι 240 €/kg.

## 2.3 Πειραματικός σχεδιασμός και χειρισμοί

Οι δεξαμενές στις οποίες τοποθετήθηκαν τα αυγά για εκκόλαψη ήταν κυλινδρικοκωνικές, χωρητικότητας  $10 \text{ m}^3$  (Εικ. 6) ενώ το υλικό κατασκευής τους ήταν πολυεστέρας. Σε κάθε δεξαμενή του εκκολαπτηρίου υπήρχαν δύο παροχές νερού, μια από γεώτρηση με σταθερή θερμοκρασία  $20,5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  και μια ίδιας προέλευσης με θερμοκρασία  $15 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Η ψύξη του νερού γινόταν από ψυκτικό συγκρότημα. Και στις δυο περιπτώσεις το νερό περνούσε από σύστημα φίλτρων σε σειρά  $100\mu\text{m}$ ,  $5\mu\text{m}$  και φίλτρο υπεριώδους ακτινοβολίας  $100 \text{ mJ/cm}^2$ . Η επιθυμητή θερμοκρασία στη δεξαμενή προέκυπτε από την ανάμιξη των δύο παροχών νερού, και η ανανέωση γινόταν σύμφωνα με την διαδικασία εκτροφής νυμφών τσιπούρας του ΙΧΣ. Η αλατότητα ήταν  $28 \pm 3 \text{ psu}$ . Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 16 δεξαμενές, οι οποίες χωρίστηκαν σε 4 ομάδες των τεσσάρων δεξαμενών η κάθε ομάδα. Τα αυγά που τοποθετήθηκαν σε όλες τις δεξαμενές προέρχονταν από την ίδια δεξαμενή γεννητόρων και όλες οι δεξαμενές στοκαρίστηκαν σε διάστημα 10 ημερών. Οι πειραματικές ομάδες κωδικοποιήθηκαν ως εξής :

- ✓ M 3T (μάρτυρας): Η ομάδα αυτή διαχειρίστηκε σύμφωνα με τη διαδικασία εκτροφής νυμφών τσιπούρας του ΙΧΣ χωρίς καμία διαφοροποίηση και με 3 ταΐσματα αρτέμιας την ημέρα.
- ✓ SL 3T : Στην ομάδα αυτή, η συχνότητα χορήγησης αρτέμιας ήταν 3 φορές την ημέρα και παράλληλα έγινε αντικατάσταση του 50% της απαιτούμενης ποσότητας ζωντανών φυκιών από το SanolifeALG.

- ✓ M 5T: Στην ομάδα αυτή μεταβλήθηκε η συχνότητα χορήγησης αρτέμιας από 3 σε 5 φορές ημερησίως.
- ✓ SL 5T: Στην ομάδα αυτή έγινε αντικατάσταση του 50% της απαιτούμενης ποσότητας ζωντανών φυκιών από το SanolifeALG. Χορήγηση αρτέμιας: 5 φορές την ημέρα.



**Εικόνα 6:** Πειραματικές δεξαμενές όγκου 10 m<sup>3</sup>. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα)

Σύμφωνα με τη διαδικασία εκτροφής νυμφών τσιπούρας του ΙΧΣ χορηγείται ποσότητα 300 l φρέσκων φυκιών συγκέντρωσης  $\sim 20 \times 10^6$  cells ml<sup>-1</sup> μια φορά την

ημέρα σε κάθε δεξαμενή εκτροφής. Για την αντικατάσταση του 50% στις δυο ομάδες χορηγήθηκαν 150 l φρέσκων φυκιών και συμπληρώθηκαν με 50 g SanolifeALG (5 g/m<sup>3</sup>/day) σε δυο ημερήσιες δόσεις όπως προτείνει ο κατασκευαστής.

Το πείραμα είχε διάρκεια 52 ημέρες και πραγματοποιήθηκε τον Μάρτιο και Απρίλιο του 2009. Επελέγη διάρκεια 52 ημερών γιατί σε αυτή την ηλικία γίνεται η πρώτη καταμέτρηση των ψαριών και προκύπτει πλέον με ακρίβεια η επιβίωση. Επίσης γίνεται και ο έλεγχος των δυσμορφιών και γνωρίζουμε και το ποσοστό των δύσμορφων ιχθυδίων.

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η διαδικασία εκκόλαψης και εκτροφής νυμφών τσιπούρας του ΙΧΣ.

**Πίνακας 5:** Διαδικασία εκκόλαψης αυγών και εκτροφής νυμφών τσιπούρας του ΙΧΣ.

ΗΛΙΚΙΑ	ΑΝΑΝΕΩΣΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΤΡΟΦΗ 1	ΤΡΟΦΗ 2	ΤΡΟΧΩΖΩΑ	ΑΦ	ΕΓ	
	%/ΩΡΑ	(°C)	PR1/2 RIIB	PR2/3 RIIB	(*10 <sup>6</sup> )	(*10 <sup>6</sup> )	(*10 <sup>6</sup> )	
-2	7,2	18			0	0	0	Φ300
-1	7,2	18			0	0	0	
0	7,2	18			0	0	0	
1	7,2	18			0	0	0	ΜΕΤΡΗΣΗ ΛΑΡΒΩΝ
2	7,2	18			0	0	0	
3	1,5	18			9	0	0	LUX >1500
4	1,5	18			100	0	0	aquavit-skimmer
5	1,5	18			150	0	0	
6	1,5	18			200	0	0	
7	1,5	18			200	0	0	
8	1,5	18			200	0	0	NK
9	1,5	18			200	0	0	NK
10	1,5	18			200	0	0	NK
11	1,5	18			200	0	0	NK mm
12	2	18			250	0		F30
13	2	18			250	0		mm
14	2	18			250	20		
15	2	18			200	40		
16	4	19			200	60		
17	4	19			150	80		
18	4	19			150	80	10,0	
19	4	19			150	60	20	Φ500-F mm
20	5	19	50		100	60	40	
21	5	20	50		80	60	60	
22	6,3	20	50		60	60	80	1/2 ΦΥΤΟ
23	6,3	20	50		40	40	100	
24	7,2	20	150		0	20	120	
25	13	20	150		0		160	
26	13	20	150		0		160	F30, ΟΥΡΕΣ
27	13	20	150		0		180	
28	13	20	150	100	0		180	
29	13	20	150	100	0		180	
30	13	20		300	0		180	
31	13	20		300	0		180	
32	13	20		300	0		180	Φ1000
33	13	20		300	0		180	F30
34	13	20		400	0		180	
35	13	20		400	0		180	
36	13	20		500	0		180	
37	13	20		500	0		180	
38	13	20		500	0		180	
39	16	20		500	0		180	
40	16	20		600	0		180	Φ ΚΕΝΤΡΙΚΟ- F30
41	16	20		600	0		180	
42	19	20		700	0		180	
43	19	20		800	0		180	
44	19	20		900	0		180	
45	22	20		1000	0		180	
46	22	20		1000	0		160	
47	22	20		1100	0		120	F30
48	27	20		1200	0		100	
49	27	20		1200	0		80	
50	27	20		1200	0		60	

## 2.4 Δειγματοληψίες

Μετρήθηκαν 60 περίπου άτομα σε κάθε δειγματοληψία, από κάθε πειραματική δεξαμενή τις ημέρες που ορίστηκαν στο πειραματικό πρωτόκολλο. Οι μετρήσεις έγιναν στις ακόλουθες ηλικίες από την ημέρα εκκόλαψης (day post hatching, dph):

- 5dph έναρξη διατροφής με τροχόζωα,
- 13dph αρχή διατροφής και με μικρή αρτέμια,
- 19dph αρχή διατροφής και με εμπλουτισμένη αρτέμια,
- 25dph αρχή διατροφής με ξηρή τροφή και διακοπή της χορήγησης τροχόζωων,
- 32dph μεταφορά σε δεξαμενές αποκοπής, παράλληλη διατροφή με ξηρή τροφή και μειωμένη ποσότητα αρτέμιας,
- 40dph αποκλειστική διατροφή με ξηρή τροφή.

Η δειγματοληψία κάθε φορά γινόταν πριν το μεσημεριανό τάϊσμα και λαμβάνονταν δείγματα από τρία διαφορετικά σημεία της δεξαμενής ώστε να εξασφαλιστεί όσο το δυνατό αντιπροσωπευτικό του δείγμα πληθυσμού. Τα δείγματα παίρνονταν με απόχη και η κίνηση της απόχης ήταν τέτοια ώστε να συλλαμβάνονται νύμφες ή ιχθύδια όχι μόνο από την επιφάνεια, αλλά και σε χαμηλότερα στρώματα του νερού της δεξαμενής.

## 2.5 Εκτίμηση της ανάπτυξης

Η ανάπτυξη εκτιμήθηκε με την μέτρηση του ολικού μήκους. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε στερεοσκόπιο στο οποίο ήταν ενσωματωμένη οφθαλμική κλίμακα διαβάθμισης 0,05 mm, ενώ αργότερα χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο διαβάθμισης 0,1

mm. Η ανάπτυξη κατά την διάρκεια του πειράματος εκφράστηκε γραμμικά σύμφωνα με τη σχέση  $Y=a+ bX$ , όπου  $Y$ : ολικό μήκος και  $X$ : χρόνος (dph).

## 2.6 Εκτίμηση του ποσοστού επιβίωσης

Η επιβίωση αποτελεί το σημαντικότερο (μαζί με το ποσοστό δυσμορφιών) μέτρο με το οποίο εκφράζεται η επιτυχία της παραγωγικής δραστηριότητας σε έναν ιχθυογεννητικό σταθμό θαλασσιών ειδών. Στην παρούσα εργασία εκφράστηκε ως το ποσοστό των ιχθυδίων που μετρήθηκαν την 52 dph σε σχέση με τον αριθμό των αυγών που αρχικά στοκαρίστηκαν σε κάθε δεξαμενή. Σύμφωνα με τη διαδικασία εκκόλαψης αυγών στον ΙΧΣ, μετράται το βάρος των αυγών που πρόκειται να μπουν στη δεξαμενή εκκόλαψης και ο αριθμός τους υπολογίζεται με βάση την αντιστοιχία 1250 αυγά = 1 g.

## 2.7 Έλεγχος δυσμορφιών

Οι δυσμορφίες αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για μια επιτυχημένη παραγωγή σε κάθε ιχθυογεννητικό σταθμό. Η όσο το δυνατό πιο έγκαιρη διάγνωση για τυχόν προβλήματα δυσμορφιών μας επιτρέπει να τροποποιήσουμε έγκαιρα το παραγωγικό πρόγραμμα του σταθμού, διορθώνοντας τη διαδικασία εκτροφής νυμφών και αποκοπής και προγραμματίζοντας τον τρόπο απομάκρυνσης των δύσμορφων ιχθυδίων.

Ο έλεγχος για τυχόν δυσμορφίες γίνεται σύμφωνα με τη διαδικασία ποιοτικού ελέγχου του ΙΧΣ και για πρώτη φορά στην ηλικία των 52 dph (Εικ. 7). Ο έλεγχος έγινε σε δείγμα 0,1% επί του συνολικού πληθυσμού κάθε δεξαμενής. Τα ιχθύδια αναισθητοποιήθηκαν σε διάλυμα φαινοξυαιθανόλης, τοποθετήθηκαν σε γυάλινη πλακέτα και ελέγχθηκαν μακροσκοπικά σε διαφανοσκόπιο και με χρήση

στερεοσκοπίου. Οι δυσμορφίες ελέγχθηκαν σύμφωνα με τους Divanach *et al.*, 1996: Koumoundouros *et al.*, 1997a: Koumoundouros *et al.*, 1997b και είναι οι εξής :

- 1) Ελαφρύ μονόπλευρο βραγχιοκάλυμμα
- 2) Έντονο μονόπλευρο βραγχιοκάλυμμα
- 3) Μεγάλο βραγχιακό επικάλυμμα
- 4) Στραβό στόμα
- 5) Εξόγκωμα κάτω σιαγόνας
- 6) Μεγάλη προέκταση κάτω σιαγόνας
- 7) Μικρή προέκταση κάτω σιαγόνας
- 8) Κάθετο εμπρός κεφάλι
- 9) Μονόπλευρα τυφλά
- 10) Ελαφρά ραχιτικά
- 11) Σύμπτυξη σπονδύλων
- 12) Στραβή ουρά
- 13) Ουρά πινέλο
- 14) Ουρά ψαλίδι



**Εικόνα 7:** Έλεγχος δυσμορφιών. (Πηγή: Προσωπικό αρχείο συγγραφέα).



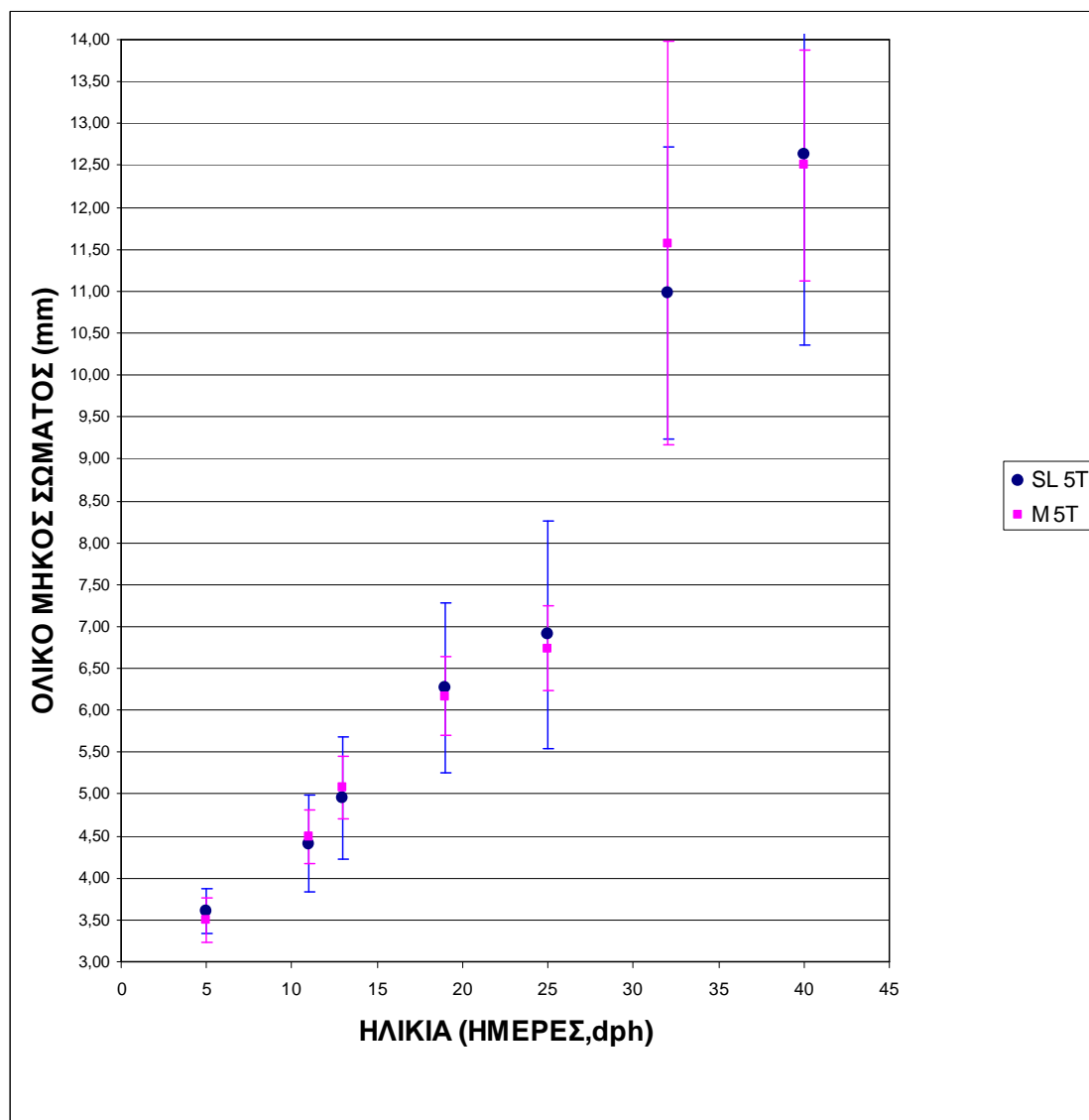
## 2.8 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο SPSS και το Microsoft Excel. Για τον έλεγχο της κανονικότητας των μετρήσεων του μήκους χρησιμοποιήθηκε το Kolmogorov – Smirnov test. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο t. Οι κλίσεις των ευθειών παλινδρόμησης που αφορούν την αύξηση των ιχθυδίων των πειραματικών μεταχειρίσεων ελέγχθηκαν με το κριτήριο q σύμφωνα με τον Zar (1996). Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε  $p=0,05$ .

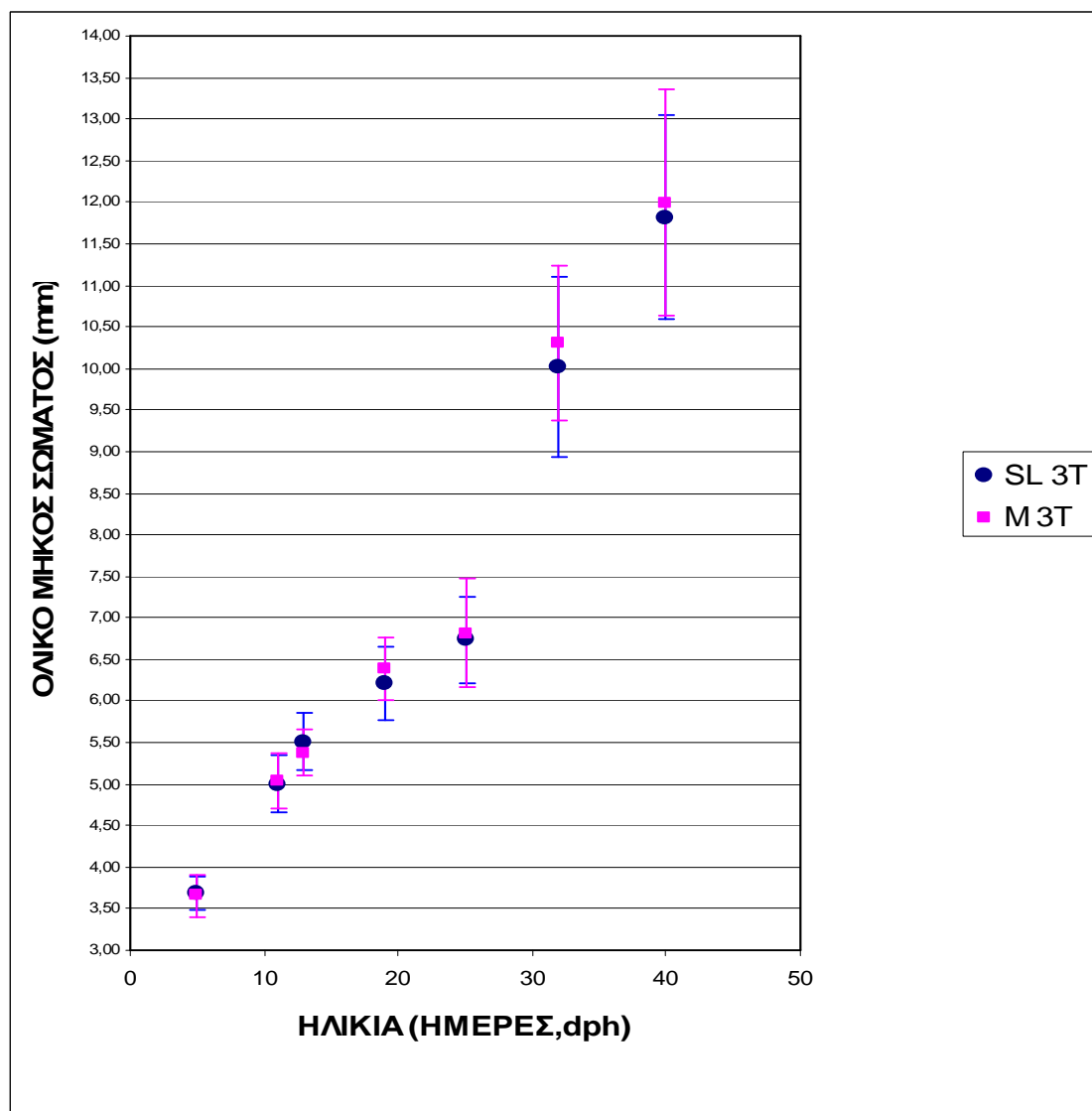
### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1 Ανάπτυξη

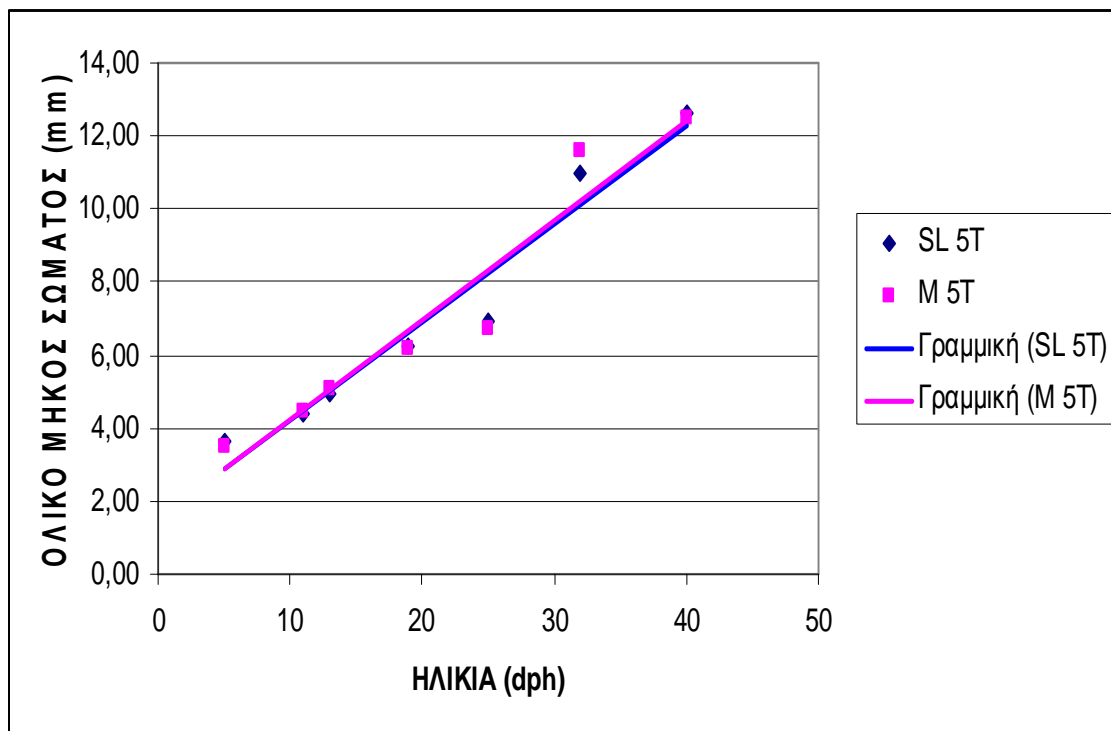
Στα Σχήματα 1, 2, 3 και 4 φαίνεται η εξέλιξη της αύξησης του ολικού μήκους για όλες τις πειραματικές ομάδες.



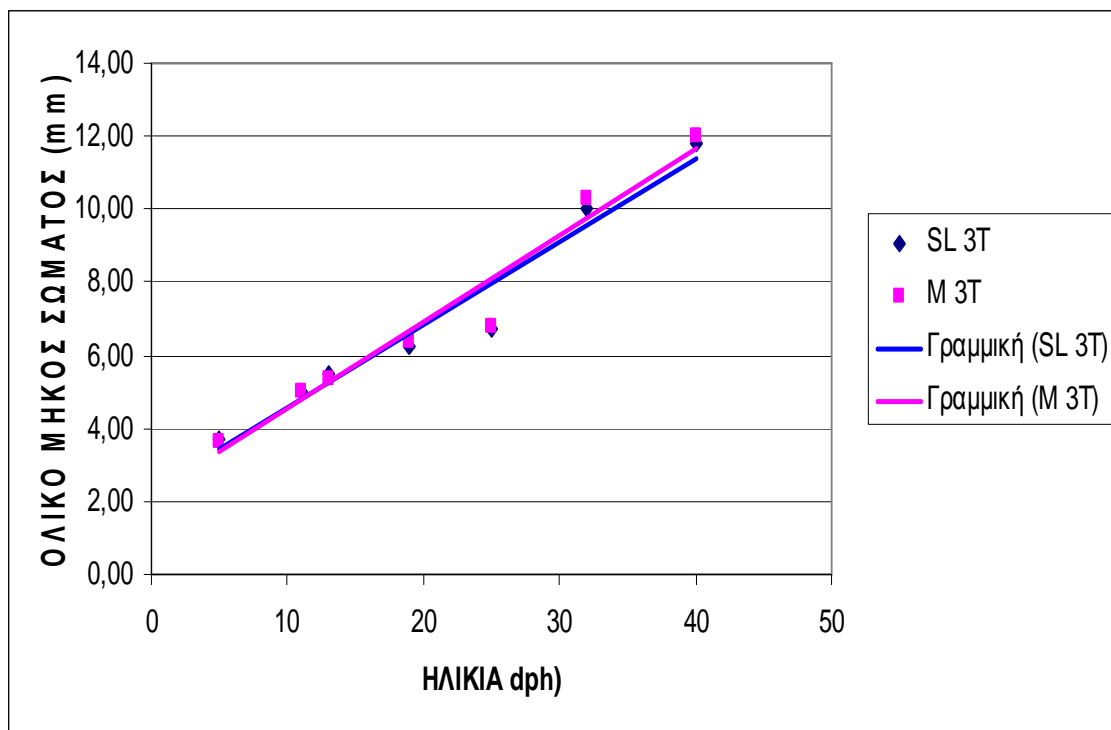
**Σχήμα 1:** Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις SL 5T και M 5T (μέσοι όροι  $\pm$  τυπική απόκλιση).



**Σχήμα 2:** Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις SL 3T και M 3T (μέσοι όροι  $\pm$  τυπική απόκλιση).



**Σχήμα 3:** Παλινδρόμηση του ολικού μήκους -ηλικίας για τις μεταχειρίσεις SL 5T και M 5T.



**Σχήμα 4:** Παλινδρόμηση ολικού μήκους - ηλικίας για τις μεταχειρίσεις SL 3T και M 3T.

Η εξέλιξη του ολικού μήκους σώματος (μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση) σε σχέση με την ηλικία εκφράστηκε γραμμικά και περιγράφεται για κάθε πειραματική ομάδα από τις εξισώσεις που δίνονται στον Πίνακα 6:

**Πίνακας 6:** Παλινδρόμηση ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία, για όλες τις πειραματικές ομάδες.

ΟΜΑΔΑ	ΕΞΙΣΩΣΗ	R <sup>2</sup>
SL 5T	$Y=1,5232+ 0,2696X$	0,9527
M 5T	$Y=1,4833+ 0,2736X$	0,9327
SL 3T	$Y=2,2731+ 0,228X$	0,955
M 3T	$Y=2,184 + 0,2365X$	0,957

Περίληπτικά, τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης δίνονται στους Πίνακες 7, 8, 9 και 10. Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μέσοι όροι και τα τυπικά σφάλματα για κάθε μεταχείριση.

Το ολικό μήκος στην πειραματική ομάδα SL 3T δε διέφερε σημαντικά συγκρινόμενο με εκείνο της ομάδας M 3T μέχρι την ηλικία των 11 ημερών ( $p>0,05$ ). Την 13 dph ο μέσος όρος της ομάδας SL 3T υπερεβόσε σε σχέση με την ομάδα M 3T ( $p<0,05$ ), ενώ στις ηλικίες 19 και 32 dph, ο μέσος όρος της ομάδας M 3T υπερεβόσε σε σχέση με την ομάδα SL 3T. Δεν παρατηρήθηκε άλλη στατιστικά σημαντική διαφορά μέχρι την ολοκλήρωση του πειραματικού σχεδιασμού (40 dph). Οι ρυθμοί αύξησης των πειραματικών ομάδων SL 3T και M 3T δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p>0,05$ ).

Στην πειραματική ομάδα M 5T, στις ηλικίες 11, 13 και 32 dph ο μέσος όρος βρέθηκε να υπερεβεί με στατιστικά σημαντική διαφορά από τον αντίστοιχο της

ομάδας SL 5T ( $p < 0,05$ ). Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε για τις άλλες ημέρες δειγματοληψίας. Οι ρυθμοί αύξησης των πειραματικών ομάδων SL 5T και M 5T δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά ( $p > 0,05$ ).

Κατά τη διάρκεια των πρώτων 25 ημερών μετά την εκκόλαψη, η συχνότητα της χορήγησης αρτέμιας δε φάνηκε να επιδρά στην αύξηση του ολικού μήκους ( $p > 0,05$ ). Ωστόσο, προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) υπέρ της μεγαλύτερης συχνότητας χορήγησης αρτέμιας (5T) μετά την 32 dph και αυτό το πλεονέκτημα ως προς το ολικό μήκος διατηρείται μέχρι και την 40 dph (Σχ. 5, 6, 7 και 8). Από τη σύγκριση των παλινδρομήσεων ολικού μήκους – ηλικίας μεταξύ των πειραματικών ομάδων SL 3T με SL 5T και M 3T με M 5T προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ των ομάδων με τη μεγαλύτερη συχνότητα χορήγησης αρτέμιας ( $p < 0,05$ ).

**Πίνακας 7:** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις M3 T και SL 3T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.

	5	11	13	19	25	32	40
<b>M 3T</b>	3,66±0,02	5,04±0,02	5,38±0,02	6,39±0,02	6,82±0,04	10,30±0,06	12,00±0,09
<b>SL 3T</b>	3,68±0,01	5,00±0,02	5,51±0,02	6,21±0,03	6,73±0,03	10,01±0,07	11,82±0,08
<b>BE</b>	468	496	437	461	454	481	466
<b>t<sub>0,05</sub></b>	1,22	1,36	4,55	4,53	1,56	3,21	1,48
	NS	NS	SS	SS	NS	SS	NS

**Πίνακας 8:** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις M 5T και SL 5T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.

	5	11	13	19	25	32	40
<b>M 5T</b>	3,50±0,02	4,49±0,02	5,08±0,02	6,17±0,03	6,74±0,03	11,57±0,16	12,50±0,09
<b>SL 5T</b>	3,61±0,02	4,41±0,04	4,95±0,05	6,28±0,07	6,90±0,09	10,98±0,11	12,62±0,15
<b>BE</b>	452	460	435	457	438	334	480
<b>t<sub>0,05</sub></b>	4,13	3,3	3,9	1,1	1,6	3,34	0,08
	SS	SS	SS	NS	NS	SS	NS

**Πίνακας 9:** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις M 3T και M 5T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.

	5	11	13	19	25	32	40
<b>M 3T</b>	3,50±0,02	4,49±0,02	5,08±0,02	6,17±0,03	6,74±0,03	11,57±0,16	12,50±0,09
<b>M 5T</b>	3,66±0,02	5,04±0,02	5,38±0,02	6,39±0,02	6,82±0,04	10,30±0,06	12,00±0,09
<b>BE</b>	472	488	437	461	449	309	472
<b>t<sub>0,05</sub></b>	6,48	18,67	9,9	5,58	1,4	7,6	4,01
	<b>SS</b>	<b>SS</b>	<b>SS</b>	<b>SS</b>	<b>NS</b>	<b>SS</b>	<b>SS</b>

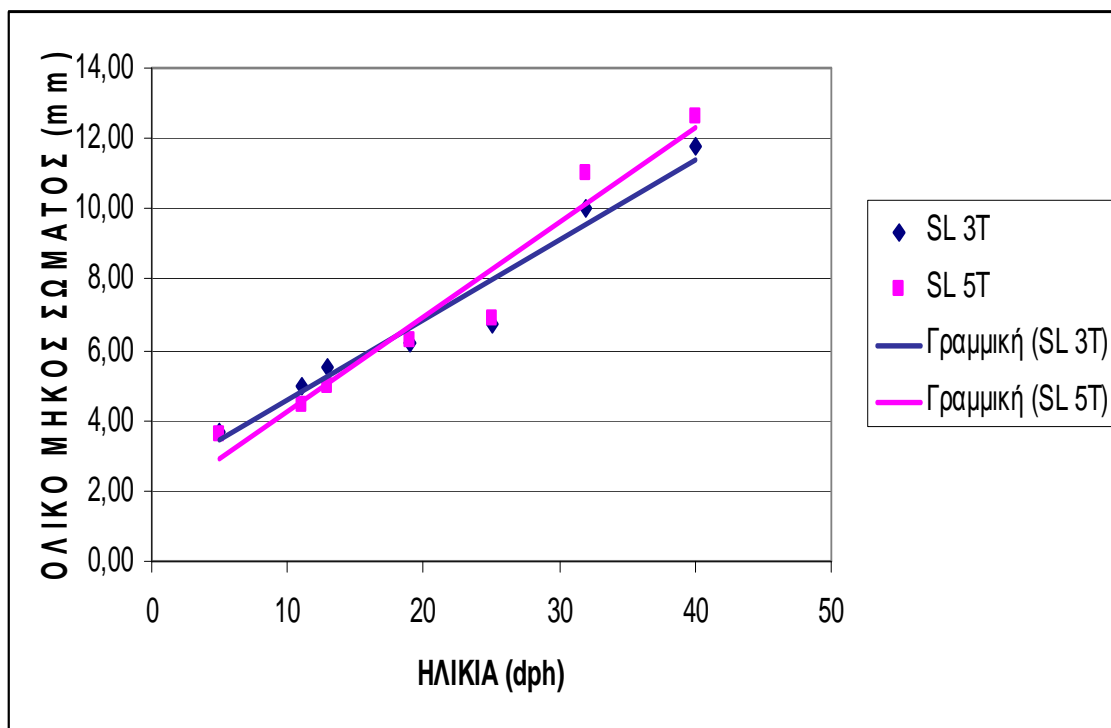
**Πίνακας 10:** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (t –test) για τις μεταχειρίσεις SL 5T και SL 3T και για όλες τις ημέρες δειγματοληψίας.

	5	11	13	19	25	32	40
<b>SL 5T</b>	3,61±0,02	4,41±0,04	4,95±0,05	6,28±0,07	6,90±0,09	10,98±0,11	12,62±0,15
<b>SL 3T</b>	3,68±0,01	5,00±0,02	5,51±0,02	6,21±0,03	6,73±0,03	10,01±0,07	11,82±0,08
<b>BE</b>	424	471	426	444	442	485	473
<b>t<sub>0,05</sub></b>	3,7	18,5	14,5	0,15	1,72	8,92	5,74
	<b>SS</b>	<b>SS</b>	<b>SS</b>	<b>NS</b>	<b>NS</b>	<b>SS</b>	<b>SS</b>

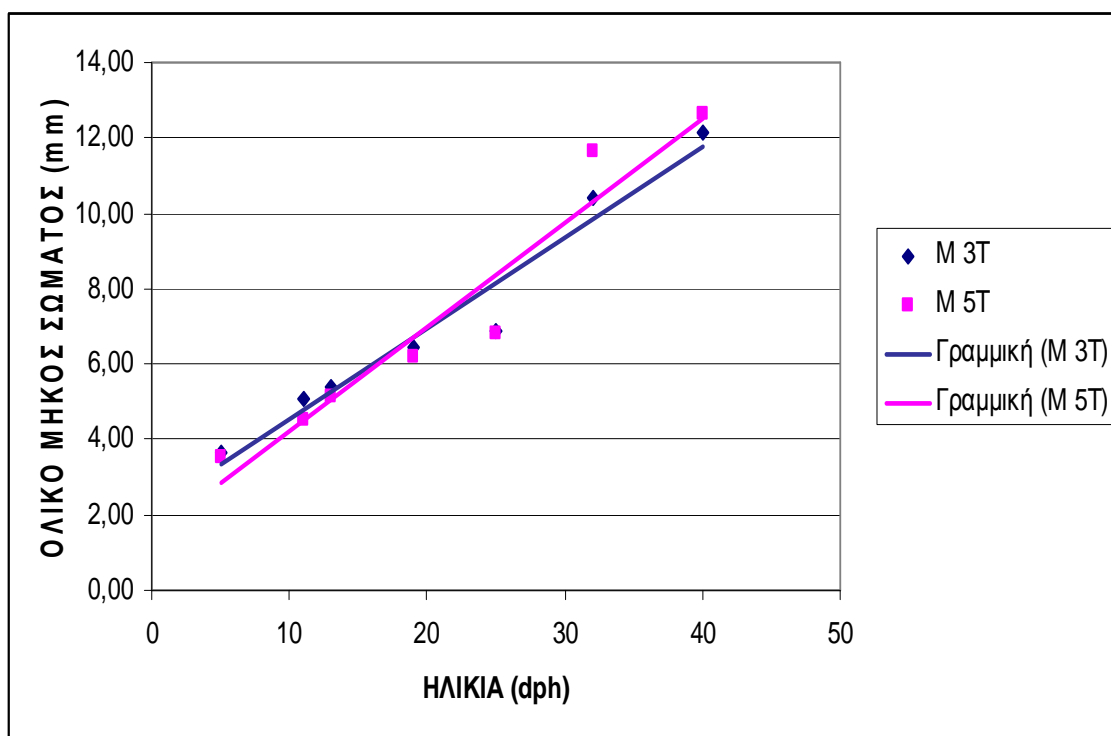


**Πίνακας 11:** Περίληπτικά στατιστικά για όλες τις πειραματικές ομάδες

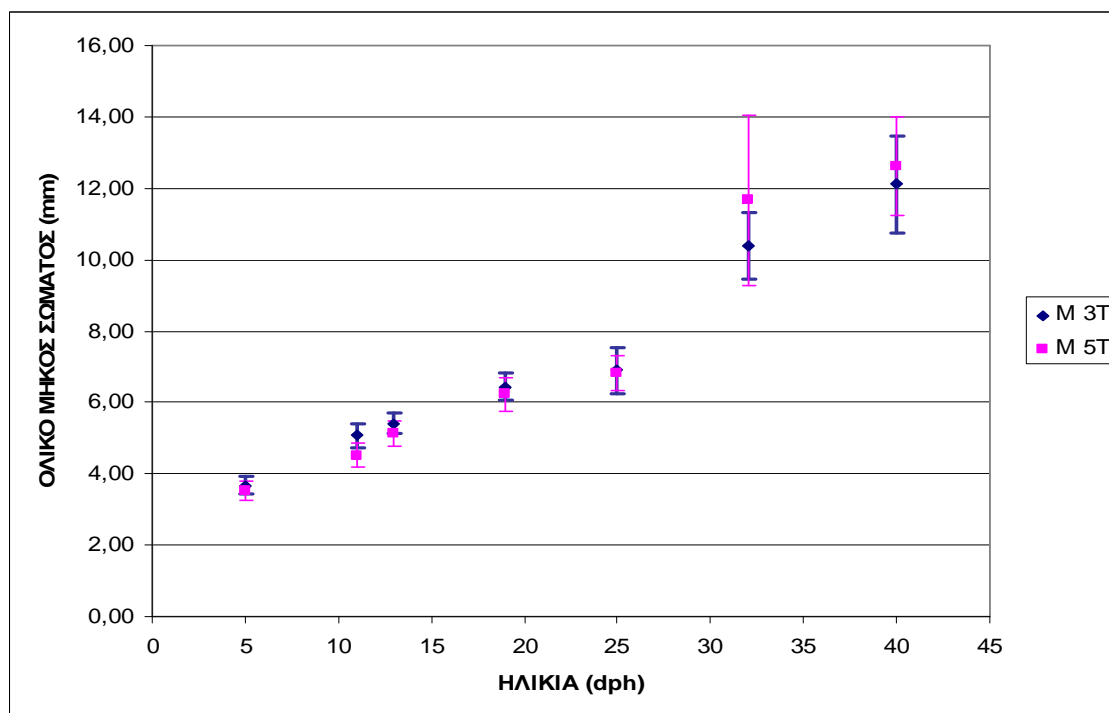
		ΗΛΙΚΙΑ (dph)						
		5	11	13	19	25	32	40
<b>SL 3T</b>	Μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα	3,68±0,01	5,00±0,02	5,51±0,02	6,21±0,03	6,73±0,03	10,01±0,07	11,82±0,08
	Μέγιστο	4,1	5,6	6,2	7,4	8,6	12,6	14,6
	Ελάχιστο	3,2	3,9	4,5	5	5,6	7,5	8,3
	Τυπική απόκλιση	0,20	0,34	0,35	0,45	0,52	1,08	1,23
	N	238	250	232	238	248	247	243
<b>M 3T</b>	Μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα	3,66±0,02	5,04±0,02	5,38±0,02	6,39±0,02	6,82±0,04	10,30±0,06	12,00±0,09
	Μέγιστο	4,1	5,7	6,1	7,1	9,8	12,9	15,9
	Ελάχιστο	3,1	3,5	4,6	5,5	5,5	7,8	6,5
	Τυπική απόκλιση	0,25	0,33	0,28	0,37	0,65	0,94	1,37
	N	246	248	234	240	240	244	234
<b>SL 5T</b>	Μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα	3,61±0,02	4,41±0,04	4,95±0,05	6,28±0,07	6,90±0,09	10,98±0,11	12,62±0,15
	Μέγιστο	5	11	13	19	25	32	40
	Ελάχιστο	3	3,5	3,5	4,6	5,3	8,1	8
	Τυπική απόκλιση	0,27	0,58	0,73	1,01	1,36	1,75	2,26
	N	221	242	244	240	242	242	243
<b>M 5T</b>	Μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα	3,50±0,02	4,49±0,02	5,08±0,02	6,17±0,03	6,74±0,03	11,57±0,16	12,50±0,09
	Μέγιστο	4,3	5,5	6	7,2	8,1	44,1	18,8
	Ελάχιστο	2,7	3,6	4	4,5	5,3	8,4	9,1
	Τυπική απόκλιση	0,27	0,32	0,37	0,47	0,50	2,41	1,38
	N	234	242	234	244	240	240	240



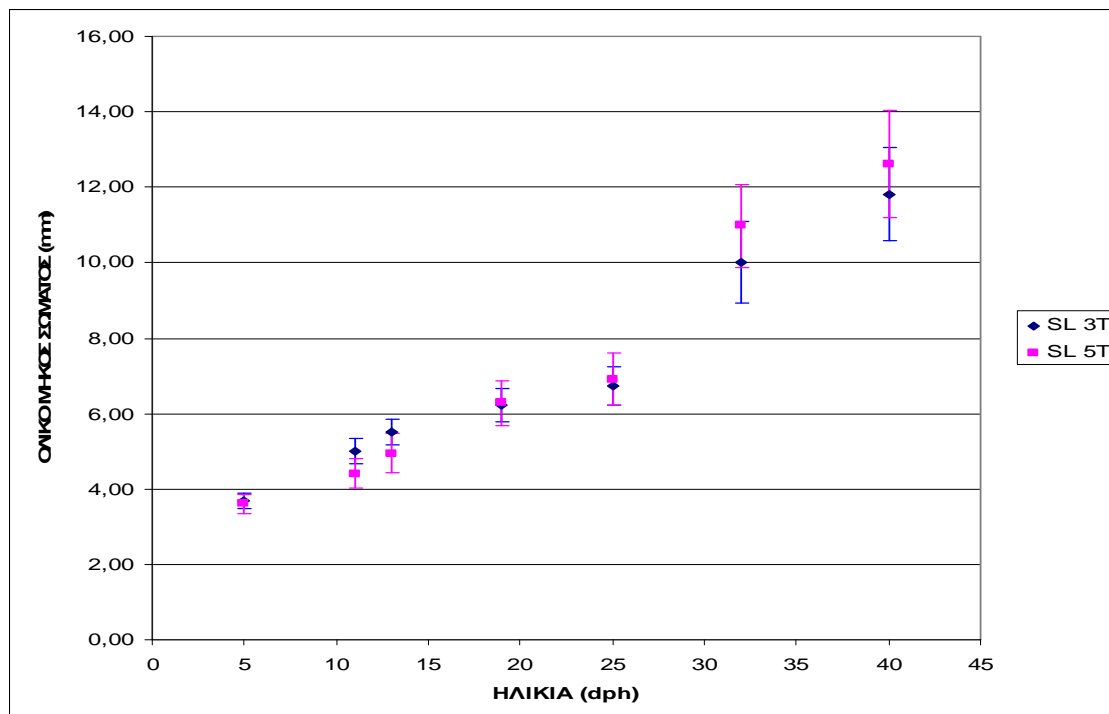
Σχήμα 5: Παλινδρόμηση ολικού μήκους - ηλικίας για τις μεταχειρίσεις SL 3T και SL 5T.



Σχήμα 6: Παλινδρόμηση ολικού μήκους - ηλικίας για τις μεταχειρίσεις M 3T και M 5T.



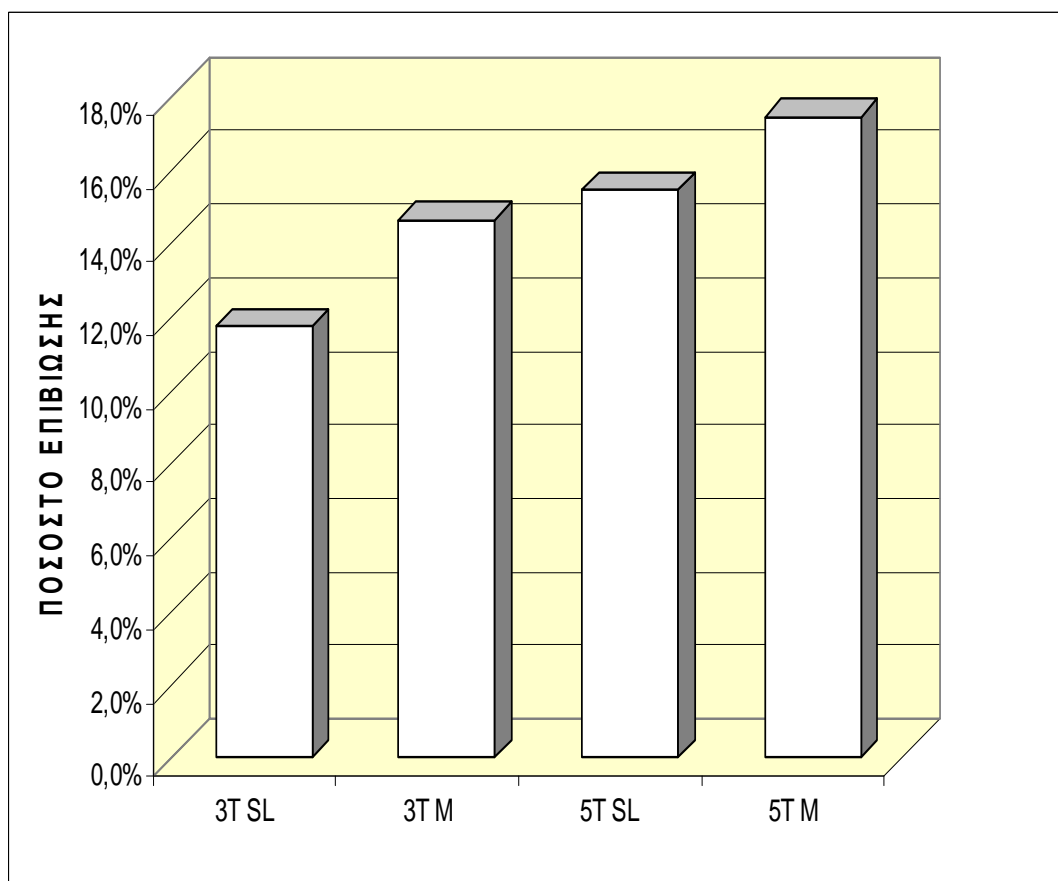
**Σχήμα 8:** Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις M 3T και M 5T (μέσοι όροι  $\pm$  τυπική απόκλιση).



**Σχήμα 7:** Αύξηση του ολικού μήκους σε σχέση με την ηλικία για τις μεταχειρίσεις SL 3T και SL 5T (μέσοι όροι  $\pm$  τυπική απόκλιση).

### 3.2 Επιβίωση

Η επιβίωση κυμάνθηκε μεταξύ 11% και 17% και για κάθε πειραματική ομάδα φαίνεται στο Σχήμα 9. Παρατηρείται αύξηση της επιβίωσης στις ομάδες με τις 5 χορηγήσεις αρτέμια (5T) συγκριτικά με τις ομάδες με τα 3 ταΐσματα (3T). Επίσης φαίνεται οι μάρτυρες να υπερτερούν ως προς την επιβίωση άσχετα με τη συχνότητα χορήγησης αρτέμιας.



**Σχήμα 9:** Ποσοστά επιβίωσης για όλες τις μεταχειρίσεις.

### 3.3 Δυσμορφίες

Ο έλεγχος για τυχόν δυσμορφίες έγινε την 52 dph σε δείγμα 0,1% επί του συνολικού πληθυσμού για κάθε δεξαμενή. Τα ποσοστά (%) ανά τύπο δυσμορφίας φαίνονται στον Πίνακα 12.

**Πίνακας 12:** Ποσοστά δυσμορφιών (%) για όλες τις πειραματικές ομάδες.

	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ			
ΔΥΣΜΟΡΦΙΕΣ	SL5T	M5T	SL3T	M3T
Έντονο μονόπλευρο βραγχοκάλυμμα	5,5	4,8	5,8	5,2
Μεγάλο βραγχιακό επικάλυμμα	0,0	0,0	0,0	0,0
Στραβό στόμα	3,8	4,2	3,2	4,1
Εξόγκωμα κάτω σιαγόνας	0,8	1,1	0,8	1,4
Μεγάλη προέκταση κάτω σιαγόνας	0,0	0,0	0,3	0,0
Κάθετο εμπρός κεφάλι	1,7	2,1	2,5	1,6
Μονόπλευρα τυφλά	0,0	0,0	0,0	0,0
Ελαφρά ραχτικά	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύμπτυξη σπονδύλων	0,0	0,0	0,0	0,0
Στραβή ουρά	0,0	0,0	0,0	0,0
Ουρά ψαλίδι	0,0	0,0	0,0	0,0
Ουρά πινέλο	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Σύνολο</b>	<b>11,8</b>	<b>12,2</b>	<b>12,6</b>	<b>12,3</b>

### 3.4 Οικονομικό αποτέλεσμα

Η τιμή αγοράς του προϊόντος ήταν 240 €/kg. Το κόστος παραγωγής των μικροφυκών στον ΙΧΣ ήταν 93 €/m<sup>3</sup>. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο 150 l φρέσκων φυκιών αντικαταστάθηκαν από 50 g SanolifeALG. Η διαφορά του κόστους ανάμεσα σε μια δεξαμενή με 50% αντικατάσταση φρέσκων φυκιών και σε μια με φρέσκα φύκια υπολογίστηκε σε 2,48 € ανά δεξαμενή και ανά ημέρα και φαίνεται στον Πίνακα 13.

**Πίνακας 13:** Εκτίμηση κόστους παραγωγής μεταξύ της τεχνικής με φρέσκα φύκια και της αντίστοιχης με 50% αντικατάσταση από ξηρά φύκια.

	Κόστος παραγωγής ή αγοράς	Χρόνος – κόστος προετοιμασίας	Συνολικό κόστος
Φρέσκα φύκια 300 l	27,90 €	10 min -1,50 €	29,40 €
SanolifeALG 50 g	12,00 €	1,5 min – 0,22 €	26,92 €
Φρέσκα φύκια 150 l	13,95 €	5 min -0,75 €	
Διαφορά κόστους ανά δεξαμενή ανά ημέρα :			<b>2,48 €</b>

#### 4.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η θετική επίδραση της τεχνικής του πράσινου νερού στην εκτροφή νυμφών τσιπούρας αναφέρεται σε πολλές εργασίες στη διεθνή βιβλιογραφία (Muller-Feuga, *et al.*, 2003a: Muller-Feuga, *et al.*, 2003b: Κλαδάς, 2006: Κλαουδάτος, 2008) και επιβεβαιώνεται από την εμπειρία και τα αποτελέσματα της παραγωγικής διαδικασίας (Morreti pers. com.). Απαιτεί όμως μια παράλληλη με την εκτροφή παραγωγική δραστηριότητα, αυτή της διατήρησης και καλλιέργειας φυκιών (Morreti *et al.*, 1999). Αυτό αυξάνει το κόστος αλλά και τους κινδύνους της παραγωγικής διαδικασίας. Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες να αντικατασταθούν τα ζωντανά φύκια που χρησιμοποιούνται στην τεχνική του πράσινου νερού από ξηρά φύκια. Αυτό ενδεχομένως να μειώσει το κόστος της παραγωγής και να κάνει την παραγωγική διαδικασία πιο απλή και πιο αποτελεσματική.

Στην παρούσα μελέτη έγινε αντικατάσταση του 50% των φρέσκων φυκιών από ξηρά και παρακολουθήθηκε η ανάπτυξη των ιχθυδίων μέχρι την ηλικία 42 dph. Στη συνήθη παραγωγική διαδικασία της εκτροφής της τσιπούρας στην ηλικία αυτή τα ιχθύδια έχουν αποκοπεί από την ζωντανή τροφή και τρέφονται με εμπορικές δίαιτες (Canavate and Fernandez-Diaz, 2001). Η αντικατάσταση έγινε κατά 50% και όχι 100% για δυο λόγους: πρώτον γιατί η εταιρεία που παράγει το προϊόν προτείνει αρχικά αντικατάσταση 50% και στην συνέχεια 75% και δεύτερον γιατί το πείραμα εξελίχθηκε παράλληλα με τη διαδικασία παραγωγής 42.000.000 ιχθυδίων εμπορικού ιχθυογεννητικού σταθμού εκ των οποίων τα 32.000.000 είναι ιχθύδια τσιπούρας. Ως εκ τούτου, οι αλλαγές και οι τροποποιήσεις πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να επηρεάζουν το λιγότερο δυνατό την παραγωγική διαδικασία και να γίνονται εύκολα αφομοιώσιμες από το προσωπικό. Ταυτόχρονα μελετήθηκε και η επίδραση της συχνότητας χορήγησης

γευμάτων αρτέμια. Η συχνότερη προσφορά τροφής αναμένεται να βελτιώσει τη διαθεσιμότητα αλλά και την ποιότητα της χορηγούμενης αρτέμια. Η διαθεσιμότητα αυξάνεται με αύξηση του αριθμού των γευμάτων, αφού μειώνοντας την αρχική συγκέντρωση των ναυπλίων αρτέμιας στην δεξαμενή μειώνουμε και το ρυθμό διαφυγής τους από τη δεξαμενή, λόγω της συνεχούς παροχής νερού για την διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού εκτροφής σε υψηλά επίπεδα. Ταυτόχρονα, μειώνουμε το χρόνο παραμονής των ναύπλιων αρτέμιας στην δεξαμενή εκτροφής, μέχρι να καταναλωθούν από τα ιχθύδια ή να διαφύγουν, διατηρώντας έτσι την θρεπτική τους αξία σε υψηλά επίπεδα.

#### 4.1 Ανάπτυξη

Με την αντικατάσταση του 50% των ζωντανών φυκιών από ξηρά φύκια που κυκλοφορούν στο εμπόριο με την εμπορική ονομασία SanolifeALG, στις δεξαμενές εκτροφής νυμφών τσιπούρας δεν υπήρξε διαφορά στον ρυθμό αύξησης. Με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνεί και η εργασία των Canavate and Fernandez-Diaz (2001), οι οποίοι έδειξαν ότι η αντικατάσταση των ζωντανών φυκιών από ξηρά φύκια των ειδών *Nanochloropsis gaditana* και *Isochrysis galbana* δεν έχει καμία επίδραση στον ρυθμό ανάπτυξης και στη επιβίωση των νυμφών τσιπούρας. Ανάλογα αποτελέσματα εμφανίζονται και στη μελέτη των Navarro and Sarasquete (1998) οι οποίοι έδειξαν ότι δε διαφέρει ο ρυθμός ανάπτυξης και η επιβίωση νυμφών τσιπούρας αν τα ζωντανά φύκια του είδους *Nannochloropsis oculata* αντικατασταθούν από ξηρά του ίδιου είδους. Σε γενικές γραμμές και αν ληφθεί υπόψη ότι τα εμπορικά προϊόντα αντικατάστασης φρέσκων φυκιών άρχισαν να εμφανίζονται τα τελευταία



πέντε χρόνια είναι αναμενόμενα τα περιορισμένα δημοσιευμένα ερευνητικά αποτελέσματα.

Η αύξηση του αριθμού των γευμάτων αρτέμια στις νύμφες και τα ιχθύδια τσιπούρας, από 3 σε 5, έδειξε να επιδρά θετικά στον ρυθμό αύξησης και αυτό το αποτέλεσμα της παρούσας εργασίας βρίσκεται σε συμφωνία με τους Tucker *et al.* (2006).

## 4.2 Επιβίωση

Η αντικατάσταση του 50% των ζωντανών φυκιών από ξηρά φύκια, έδειξε να έχει αρνητική επίδραση στην επιβίωση. Και στις ομάδες με τα 5 ταΐσματα και σε αυτή των 3, οι ομάδες των δεξαμενών με 100% φρέσκα φύκια φαίνεται να έχουν καλύτερη επιβίωση. Αυτό δε συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Navarro and Sarasquete (1998) και Canavate and Fernandez-Diaz (2001) οι οποίοι δεν εντόπισαν διαφορές στην επιβίωση όταν αντικατέστησαν τα ζωντανά φύκια από ξηρά. Αυτό πιθανά να οφείλεται στη διαφορετική κλίμακα που έγιναν οι πειραματισμοί (συνθήκες εργαστηρίου και πραγματικές συνθήκες παραγωγής υψηλής έντασης). Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί ότι στο πρόσφατο παρελθόν λόγοι ανωτέρας βίας επέβαλαν την αντικατάσταση ακόμη και σε ποσοστό 100% των φρέσκων φυκιών στο συγκεκριμένο ΙΧΣ για διάστημα 50 τουλάχιστον ημερών. Κατά την περίοδο αυτή, η παραγωγή ολοκληρώθηκε με επιτυχία και ουδεμία επίδραση παρατηρήθηκε στα ποσοστά επιβίωσης, όπως προκύπτει από τα αρχεία του ΙΧΣ.

Η μείωση της συχνότητας χορήγησης αρτέμια φαίνεται να έχει αρνητική επίδραση και στην επιβίωση των νυμφών. Οι Tucker *et al.*, (2006) μελετώντας τη συχνότητα χορήγησης τροφής σε ιχθύδια του *Pagrus major* βρήκαν ότι αυξάνοντας τη χορήγηση τροφής από 2 σε 8 φορές ανά ημέρα βελτιώναν την επιβίωση έως και 97%. Επίσης,

αυξήθηκε ο ρυθμός αφομοίωσης της τροφής και μειώθηκε η ανομοιομορφία των μεγεθών. Ο αριθμός των γευμάτων αρτέμια καθορίζει τη διαθεσιμότητα της τροφής στη δεξαμενή εκτροφής και έχει επίδραση στο ρυθμό αύξησης των νυμφών γιατί πιθανόν επηρεάζει το ρυθμό κατανάλωσης τροφής από τις νύμφες. Επιπλέον, η ατομική παραλλακτικότητα μεταξύ ατόμων ίδιας ηλικίας σε συνθήκες εκτροφής είναι πλέον διαπιστωμένη και επιδρά και στο ρυθμό διατροφής (Salvanes and Hart, 1998: Shields, 2001).

### 4.3 Οικονομικό αποτέλεσμα

Σε ένα εμπορικό ιχθυογεννητικό σταθμό το ζητούμενο είναι το οικονομικό αποτέλεσμα. Αυτό επέρχεται μέσα από την βελτίωση των ζωοτεχνικών δεικτών (μεγάλη επιβίωση, μικρό ποσοστό δυσμορφιών, ταχεία ανάπτυξη) και την μείωση του ενεργειακού και του εργατικού κόστους (Moretti *et al.*, 1998: Shields, 2001). Για την επίτευξη αυτού του στόχου γίνεται επιτακτική η ανάγκη για συνεχή αναζήτηση νέων τεχνολογιών και προϊόντων. Το SanolifeALG και γενικά τα ξηρά φύκια είναι προϊόντα που έχουν στόχο ακριβώς αυτό: να μειώσουν τελικά το κόστος παραγωγής γόνου.

Το SanolifeALG επιλέχθηκε ως πειραματικό υλικό γιατί τη στιγμή που σχεδιάστηκε το πείραμα ήταν το μόνο προϊόν αυτής της μορφής που κυκλοφορούσε σε εμπορική κλίμακα. Κατά την χρήση του παρουσιάζεται μια μικρή μείωση του κόστους σε κάθε δεξαμενή της τάξης του 8%, η οποία θα διπλασιαστεί στην 100% αντικατάσταση των ζωντανών φυκιών. Η μείωση αυτή του κόστους στο συγκεκριμένο πείραμα φαίνεται να αντισταθμίζεται από τη μικρή πτώση της επιβίωσης. Η ευρύτερη όμως χρήση τέτοιων προϊόντων θα μειώσει την εμπορική τιμή τους και θα οδηγήσει σε περαιτέρω μείωση του κόστους. Ήδη στην αγορά κυκλοφορούν πλέον αρκετά τέτοια προϊόντα. Η

ευρύτερη χρήση ξηρών φυκιών θα βελτιώσει και τις τεχνικές χρήσης τους με πιθανό αποτέλεσμα την αύξηση της επιβίωσης όπως φαίνεται στις εργασίες των Navarro and Sarasquete (1998) και Canavate and Fernandez-Diaz (2001). Η διαφορά αυτών των εργασιών με την παρούσα έγκειται στο γεγονός ότι η μεν πρώτη έγινε σε εργαστηριακή κλίμακα, η δεύτερη σε πειραματικές δεξαμενές όγκου  $1 \text{ m}^3$  στα πλαίσια έρευνας ενώ η παρούσα σε συνθήκες εμπορικής παραγωγικής διαδικασίας. Επίσης το χρησιμοποιηθέν ξηρό φύκος από τους παραπάνω ερευνητές ήταν προϊόν διαδικασίας στο εργαστήριο σε σύγκριση με το SanolifeALG, το οποίο αποτελεί εμπορική πατέντα διεθνούς οίκου (INVE TECHNOLOGIES NV)

#### 4.4 Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής προκύπτει ότι η αντικατάσταση 50% ζωντανών φυκιών από το εμπορικό σκεύασμα SanolifeALG δεν υποβάθμισε ουδόλως την ανάπτυξη και ούτε επέδρασε αρνητικά αυξάνοντας τα επίπεδα εμφάνισης δυσμορφιών. Ερωτηματικά εγείρονται ως προς τα ποσοστά επιβίωσης, τα οποία και εμφανίζονται χαμηλότερα σε σχέση με εκείνα της χρήσης ζωντανών φυκιών. Ωστόσο, αυτό αποτελεί και πεδίο επόμενης έρευνας δεδομένου ότι τα ποσοστά επιβίωσης που παρατίθενται στην παρούσα εργασία είναι σημειακά και ως εκ τούτου αδύνατον να συγκριθούν με στατιστικά αποδεκτό έλεγχο. Επιπλέον, η ευρύτερη χρήση του προϊόντος θα σηματοδοτήσει σχέσεις δράσης – ανάδρασης, μέσω της εφαρμογής και της διαρκούς έρευνας, με στόχο τη βελτιστοποίηση του προϊόντος και την καθιέρωσή του στην παραγωγική διαδικασία.

Αυτή τη στιγμή, η υψηλή τιμή του προϊόντος σε συνδυασμό με τη μερική αντικατάσταση δε φαίνεται να συντελεί εντυπωσιακά στη μείωση του κόστους. Στο άμεσο όμως μέλλον και με την επέκταση της χρήσης τέτοιων προϊόντων (ήδη στην αγορά κυκλοφορούν πολλά τέτοια ή παρόμοια προϊόντα) οι εμπορικές τιμές θα σημειώσουν σημαντική πτώση και η χρήση τους θα συμβάλει στη συμπίεση των οικονομικών μεγεθών.

Η αντικατάσταση των καλλιεργούμενων φυκιών στους σταθμούς παραγωγής γόνου αναμένεται να βελτιώσει τρεις τουλάχιστον παράγοντες:

- 1) Μείωση του ρίσκου της παραγωγικής δραστηριότητας αίροντας από την συνολική διαδικασία της παραγωγής του γόνου μια παράλληλη καλλιέργεια,
- 2) σταθερή, ελεγχόμενη και ομοιόμορφη τροφοδοσία φυκιών στις δεξαμενές εκτροφής. Τα παραγόμενα στο σταθμό παραγωγής γόνου φύκια δεν έχουν σταθερή ποιότητα, πολύ δε περισσότερο δεν έχουν σταθερή συγκέντρωση και η ισορροπημένη κατανομή των κυττάρων στις δεξαμενές είναι αδύνατη,
- 3) μείωση του κόστους παραγωγής.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Amos, R. (2004).** Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phyecology. Blackwell Science, Oxford.
- **Brown, M.R. (1991).** The amino-acid and sugar composition of 16 species of microalgae used in mariculture. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 145 (1): 79-99.
- **Canavate, J.P. and Fernandez-Diaz C. (2001).** Pilot evaluation of freeze-dried microalgae in the mass rearing of gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. Aquaculture, 193: 257–269.
- **Conceicao, L.E.C., Yufera M., Makridis P., Morais S. and Dinis M.T. (2010).** Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture Research, 41: 613-640.
- **De Pauw, N. and Persoone G. (1988).** Micro-algae for aquaculture. In: Borowitzka, M.A. and Borowitzka L.J., (Eds.), Micro-algal Biotechnology, Cambridge University Press, Cambridge.
- **Divanach, P., Boglione C., Menu B., Koumoundouros G., Kentouri M. and Cataudella S. (1996).** Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem causes and solutions in sea bass and sea bream culture: Problems and Prospects. European Aquaculture Society, 3: 45-66.
- **Dwyer, K.S., Brown J.A., Parrish C. and Lall S.P. (2002).** Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). Aquaculture, 213: 279-292.

- **Folkvord, A., and Ottera H. (1993).** Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture*, 114 (3-4): 243-260.
- **Fushimi, H. (2001).** Production of juvenile marine finfish for stock enhancement in Japan. *Aquaculture*, 200 (1-2): 33-53.
- **García-Ortega, A., Verreth J., Vermis K., Nelis H. J., Sorgeloos P. and Verstegen M. (2010).** Laboratory investigation of daily food intake and gut evacuation in larvae of African catfish *Clarias gariepinus* under different feeding conditions. *Aquaculture International*, 18: 119-134.
- **Koumoundouros, G., Gagliardi F., Divanach P., Boglione C., Cataudella C. and Kentouri M. (1997a).** Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L. fry. *Aquaculture*, 149: 215-226.
- **Koumoundouros, G., Oran, G., Divanach P., Stefanakis S. and Kentouri M. (1997b).** The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larviculture. Moment of apparition and description. *Aquaculture*, 156: 165-177.
- **Lavens, P. and Sorgeloos P. (1996).** Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361, 295p.
- **Lee, C. S. and Ostrowski A. C. (2001).** Current status of marine finfish larviculture in the United States. *Aquaculture*, 200 (1-2): 89-109.
- **Liao, I.C., Su H.M. and Emily Y. Chang E.Y. (2001).** Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture*, 200 (1-2): 1-31

- **Makridis, P. and Olsen Y. (1999).** Protein depletion of the rotifer *Brachionus plicatilis* during starvation. *Aquaculture*, 174 (3-4) 20: 343-353.
- **Moffatt, N.M., (1981).** Survival and growth of northern anchovy larvae on low zooplankton densities as affected by the presence of a *Chlorella* bloom. In: Lasker, R., Sherman, K.Z. (Eds). *The Early Life History of Fish: Recent Studies*, 178: 475–480.
- **Moretti, A., Pedini Fernandez-Criado M., Cittolin G. and Guidastri R. (1999).** Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream. Vol.1. FAO, Rome, Italy. 194 pp.
- **Muller-Feuga, A, Le Guedes R. and Pruvost J. (2003).** Benefits and limitations of modeling for optimization of *Porphyridium cruentum* cultures in an annular photobioreactor. *Journal of Biotechnology* 103(2): 153 – 163.
- **Muller-Feuga, A., Moal J. and Kaas R. (2003a).** The microalgae of aquaculture. In: Støttrup, J.A., McEvoy, L.A. (Eds.). *Live feeds in marine aquaculture*. Blackwell Publishing, Oxford.
- **Muller-Feuga, A., Robert R., Cahu C., Robin J. and Divernach P. (2003b).** Use of microalgae in aquaculture. In: Støttrup, J.A., McEvoy, L.A. (Eds.). *Live feeds in marine aquaculture*. Blackwell Publishing, Oxford.
- **Muller-Feuga, A., Le Guedes R. and Le Dean L. (2004).** Cell weight kinetics simulation in chemostat and batch culture of the *Rhodophyte Porphyridium cruentum*. *Biotechnology and Bioengineering*, 88 (6): 759-766.
- **Naas, K.E., Huse I. and Iglesias J. (1996).** Illumination in first feeding tanks for marine fish larvae. *Aquacultural Engineering*, 15 (4): 291-300.

- **Naas, K.E., Næss T. and Harboe T., (1992).** Enhanced first feeding of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in green water. *Aquaculture*, 105: 143–156.
- **Navarro, N. and Sarasquete C. (1998).** Use of freeze-dried microalgae for rearing gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae: I. Growth, histology and water quality *Aquaculture*, 167 (3-4): 179-193.
- **Naviner, M., Bergé J.P., Durand P. and Le Bris H. (1999).** Antibacterial activity of the marine diatom *Skeletonema costatum* against aquacultural pathogens. *Aquaculture*, 174 (1-2): 15-24.
- **Nicolas, J.L., Robic E. and Ansquer D. (1989).** Bacterial flora associated with a trophic chain consisting of microalgae, rotifers and turbot larvae: influence of bacteria in larvae survival. *Aquaculture*, 83: 237–248.
- **Nicolas, J.L., Robic E. and Ansquer D. (1989).** Bacterial flora associated with a trophic chain consisting of microalgae, rotifers and turbot larvae: Influence of bacteria on larval survival. *Aquaculture* 83 (3-4): 237-248.
- **Oie, G, Makridis P, Reitan K. I. and Olsen Y. (1997).** Protein and carbon utilization of rotifers (*Brachionus plicatilis*) in first feeding of turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) *Aquaculture*, 153 (1-2): 103-122.
- **Olsen A. I., Olsen Y., Attramadal Y., Christie K., Birkbeck T. H., Skjermo J. and Vadstein O. (2000).** Effects of short term feeding of microalgae on the bacterial flora associated with juvenile *Artemia franciscana*. *Aquaculture*, 190 (1-2): 11-25.



- **Papandroulakis, N., Divanach P. and Kentouri M. (2002)** Enhanced biological performance of intensive sea bream (*Sparus aurata*) larviculture in the presence of phytoplankton with long photophase. *Aquaculture*, 204: 45–63.
- **Reitan, K. I., Rainuzzo J.R., Oie G. and Olsen Y. (1997).** A review of the nutritional effects of algae in marine fish larvae. *Aquaculture*, 155 (1-4): 207-221.
- **Rocha, R.J., Ribeiro L., Costa R. and Dinis M.T. (2008).** Does the presence of microalgae influence fish larvae prey capture? *Aquaculture Research*, 39 (4): 362 – 369.
- **Rubio, V.C., Vivas M., Sanchez-Mut A., Sanchez-Vazquez F.J., Coves D., Dutto G. and Madrid J.A. (2004)** Self-feeding of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) under laboratory and farming conditions using a string sensor. *Aquaculture*, 233: 393-403.
- **Salvanes, A. and Hart P. (1998).** Individual variability in state-dependent feeding behaviour in three-spined sticklebacks. *Animal Behavior*, 55: 1349–1359.
- **Shields, R. J. (2001).** Larviculture of marine finfish in Europe. *Aquaculture*, 200 (1-2): 55-88.
- **Skjermo, J. and Vadstein O. (1999)** Techniques for microbial control in the intensive rearing of marine larvae. *Aquaculture*, 177: 333-343.
- **Slembrouck, J., Baras E., Subagja J., Hung L.T. and Legendre M. (2009).** Survival, growth and food conversion of cultured larvae of *Pangasianodon*

*hypophthalmus*, depending on feeding level, prey density and fish density. Aquaculture, 294 (1-2): 52-59.

- **Smith, L.L., Fox J.M. and Granvil D.R. (1993a).** Intensive algae culture techniques. In: CRC Handbook of mariculture. Volume 1. Crustacean Aquaculture, 2nd Edition. McVey J.P. (Ed.). CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp 3-13.
- **Tucker, B.J., Booth M. A., Allan G.L., Booth D. and Fielder D.S. (2006).** Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. Aquaculture, 258 (1-4): 514-520.
- **Velasquez, M., Zamora S. and Martinez F.J. (2006)** Effect of different feeding strategies on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) demand-feeding behaviour and nutritional utilization of the diet. Aquaculture Nutrition, 12 (6): 403 – 409.
- **Yúfera, M. and Lubian L.M. (1990).** Effects of microalgal diet on growth and development of invertebrates in marine aquaculture. In: I. Akatsuka, Editor, *Introduction to Applied Phycology*, SPB Academic Publishing, The Hague.
- **Zar, J.H. (1996).** Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 718pp.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

- **Κλαδάς, Γ. (2006).** Παραγωγή ιχθυδίων θαλασσινών ειδών –προπάχυνση. Ηγουμενίτσα.
- **Κλαουδάτος, Σπ. (2008).** Υδατοκαλλιέργειες ΙΙ. Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Π.Θ.
- **Νεοφύτου, Χ. (1997).** Ιχθυολογία. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
- **Παπουτσόγλου, Σ. (2008).** Διατροφή ιχθύων. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.

### **Ηλεκτρονική βιβλιογραφία**

- **Cipriani, F. (2010).** Par – Max Photobioreactor System.  
<http://www.biofarmshawaii.com>

## ABSTRACT

Green water technique was developed in order to improve survival and growth rate of post hatched larvae in intensively produced gilthead seabream (*Sparus aurata*). In parallel, this created the need of algae cultivation in hatcheries, a fact that elaborated complicated procedures and increased the cost of larvae production. Recently, substituting fresh algae to dry ones commercially produced, world aquaculture seems to overcome the hatching procedures of fresh algae cultivation in order to minimize costs.

In the present study, the hypothesis that partial substitution (50%) of live algae with dry can affect survival, growth and malformation rate in commercial scale, was investigated. Simultaneously, feeding frequency of 3 and 5 *Artemia* sp. meals per day was studied. Four treatments were established and quadruplicates were maintained for each treatment. Treatments included: a) 50% replacement of live algae with dry (SanolifeALG, INVE) and 3 daily feedings (SL 3T), b) 50% replacement of algae and 5 daily feedings (SL 5T), c) no replacement of algae and 5 daily feedings (M 5T) and d) control group with no replacement of algae and 3 daily feedings (M 3T). Samplings were carried out 5, 13, 19, 25, 32 and 40 day post hatching.

The comparison of measured traits (total length) demonstrated that partial substitution of live algae provoked no difference in growth, survival and malformation rate. Thus, algae production cost were reduced by 8%. Moreover, risk of pathogen contamination is reduced and the nutrition quality of live pray is stabilized. Feeding frequency affected significantly growth rate with 5 feedings per day predominating over 3 feedings, when either live or dry algae were used.

From the present study it appeared that partial substitution of live algae with dry, can sustain low cost in larvae production and secure a standard procedure, which are the

objectives of a commercial hatchery. These new products, based on technology achievements, are strongly encouraged to be used as a “rescue plan”, in case that live algae cultures collapse. Finally, more research is needed in order to improve aquaculture techniques and develop qualified products in collaboration with hatcheries and to achieve total substitution of live algae with dry.

Keywords: *Sparus aurata*, green water technique, dry algae, fresh algae, feeding frequency, larvae.